

**REDUCCIÓN DE COSTOS DE OPERACIÓN PARA SUMINISTRO DE AGUA
POTABLE MUNICIPIO DE LA CALERA**

**CAMILO ANDRÉS CORTES LUGO
DIANA MARCELA PARRA SÁNCHEZ
LUDY ROCÍO VARGAS VARGAS**

**UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA
FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES Y EMPRESARIALES
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PROYECTOS
BOGOTÁ D.C.**

2022

Reducción Costo de Operación para Suministro de Agua Potable Municipio de La Calera

Camilo Andrés Cortes Lugo

Diana Marcela Parra Sánchez

Ludy Rocío Vargas Vargas

Trabajo de grado para obtener el título de:

Especialista en Gerencia de Proyectos

Asesor: Camila Andrea Pinilla Bocanegra

Universidad Piloto de Colombia

Facultad de Ciencias Sociales y Empresariales

Especialización en Gerencia de Proyectos

Bogotá D.C.

2022

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo de grado va dedicado a todas esas personas que de alguna u otra forma contribuyeron a mantener la persistencia y nunca desfallecer a pesar de las circunstancias adversas; profesores y profesionales de la institución por el acompañamiento permanente, a nuestras familias que siempre fueron un apoyo incondicional y ante todo a la vida por darnos la oportunidad de poder crecer.

Tabla de Contenido

Resumen.....	13
Abstract.....	14
Introducción	15
1. Planteamiento Inicial del Proyecto.....	17
1.1. Antecedentes.....	17
<i>1.1.1. Antecedentes del Problema, Necesidad u Oportunidad.....</i>	<i>17</i>
1.1.1.1. Internacionales.....	17
1.1.1.2. Nacionales.....	20
<i>1.1.2. Descripción del Problema</i>	<i>23</i>
<i>1.1.2.1. Árbol de problemas.....</i>	<i>24</i>
<i>1.1.3. Objetivos del Proyecto</i>	<i>25</i>
1.1.3.1. Objetivo general.....	25
1.1.3.2. Objetivos específicos.....	25
1.1.3.3. Árbol de objetivos.....	25
1.2. Descripción Organización Fuente del Problema.....	26
<i>1.2.1. Descripción General</i>	<i>26</i>
1.2.1.1. Antecedentes generales de la empresa.....	26
1.2.1.2. Marco histórico de la organización.....	26
1.2.1.3. Situación actual de la empresa	27
<i>1.2.2. Direccionamiento Estratégico de la Organización.....</i>	<i>28</i>
1.2.2.1. Objetivos de la organización.....	28
1.2.2.2. Políticas institucionales.....	29
1.2.2.3. Misión, visión y valores.....	30
1.2.2.4. Mapa estratégico.....	31
1.2.2.5. Descripción del direccionamiento estratégico.....	32
<i>1.2.3. Estructura Organizacional</i>	<i>34</i>
<i>1.2.4. Cadena de Valor de la Organización</i>	<i>35</i>
1.3. Caso de Negocio (Business Case).....	35
<i>1.3.1. Descripción de Alternativas</i>	<i>36</i>
<i>1.3.2. Criterios de Selección de Alternativas.....</i>	<i>37</i>
<i>1.3.3. Análisis de Alternativas</i>	<i>37</i>
<i>1.3.4. Selección de Alternativa.....</i>	<i>38</i>
<i>1.3.5. Justificación del Proyecto</i>	<i>38</i>

1.3.5.1.	Pregunta de sistematización	39
1.3.5.2.	Preguntas subsidiarias.	39
1.4.	Marco Contextual	39
1.4.1.	<i>Contexto Externo</i>	39
1.4.1.1.	Localización.....	39
1.4.1.2.	Geografía	40
1.4.1.3.	Generalidades.....	40
1.4.1.4.	Orografía	41
1.4.1.5.	Hidrografía.....	41
1.4.1.6.	Geología	42
1.4.1.7.	Transporte.....	42
1.4.1.8.	Economía	43
1.4.1.9.	Suministro de acueducto.....	43
1.5.	Marco Teórico	45
1.6.	Marco Conceptual.....	49
1.7.	Marco Legal.....	50
1.8.	Marco Metodológico	52
1.8.1.	<i>Enfoque de Investigación</i>	53
1.8.2.	<i>Tipo de Investigación</i>	54
1.8.3.	<i>Herramientas para la Recolección de Información</i>	56
1.8.4.	<i>Técnicas</i>	57
1.8.5.	<i>Fuentes de Información</i>	57
2.	Estudios y Evaluaciones	58
2.1.	Estudio de Mercado	58
2.1.1.	<i>Población</i>	58
2.1.2.	<i>Dimensionamiento Demanda</i>	60
2.1.3.	<i>Dimensionamiento Oferta</i>	63
2.1.4.	<i>Competencia – Precios</i>	64
2.1.5.	<i>Punto Equilibrio Oferta – Demanda</i>	66
2.1.6.	<i>Determinación de Precio(s) / Estrategias de Comercialización</i>	68
2.1.7.	<i>Canales de Comercialización</i>	71
2.2.	Estudio Técnico	71
2.2.1.	<i>Diseño Conceptual del Proceso</i>	71
2.2.1.1.	<i>Análisis y descripción del proceso</i>	72

2.2.1.1.1. <i>Producto</i>	73
2.2.1.1.2. <i>Técnicas de predicción para la producción de bien y la oferta de servicios generados por el proyecto</i>	75
2.2.1.2. Definición de las características técnicas y de aprovechamiento del proyecto	78
2.2.1.2.1. <i>Tamaño y localización</i>	78
2.2.2. Supuestos y Restricciones del Proyecto	81
2.2.2.1. Supuestos	81
2.2.2.2. Restricciones	81
2.3. Estudio Económico-Financiero	81
2.3.1. <i>Estimación del Valor de la Inversión del Proyecto</i>	81
2.3.2. <i>Definición de Costos y Gastos de Operación y Mantenimiento del Proyecto</i>	84
2.3.3. <i>Flujo de Caja del Proyecto Caso</i>	85
2.3.4. <i>Determinación del Costo de Capital, Fuentes de Financiación y Uso de Fondos</i>	87
2.3.5. <i>Evaluación Financiera del Proyecto</i>	87
2.3.6. <i>Análisis de Sensibilidad.</i>	91
2.4. Estudio Social y Ambiental	91
2.4.1. <i>Balance Social</i>	91
2.4.2. <i>Descripción y Categorización de Impactos Ambientales</i>	94
2.4.3. <i>Análisis Ciclo de Vida del Producto, Bien o Servicio</i>	94
2.4.4. <i>Definición de Flujo de Entradas y Salidas</i>	96
2.4.5. <i>Calculo de Impacto Ambiental Bajo Criterios P5TM</i>	97
2.4.6. <i>Calculo de Huella de Carbono</i>	98
2.4.7. <i>Estrategias de Mitigación de Impacto Ambiental</i>	101
2.4.8. <i>Definición del Impacto Social</i>	101
3. Inicio y Planeación del Proyecto	102
3.1. Aprobación del Proyecto (Project Charter)	102
3.2. Plan de Gestión del Proyecto	103
3.2.1 <i>Plan de Gestión de Interesados</i>	103
3.2.2 <i>Plan de gestión de Alcance</i>	111
3.2.3. <i>Plan de Gestión de Comunicaciones</i>	115
3.2.4. <i>Plan de Gestión del Cronograma</i>	118
3.2.5. <i>Plan de Gestión del Costo</i>	127
3.2.6. <i>Plan de Gestión de Calidad</i>	128

<i>3.2.7. Plan de Gestión de Recursos</i>	134
<i>3.2.8. Plan de Gestión del Riesgo</i>	141
<i>3.2.9. Plan de gestión de Adquisiciones</i>	146
4. Conclusiones y Recomendaciones	149
Bibliografía	151
Anexos	153

Tablas

Tabla 1. Matriz de alineación.....	32
Tabla 2. Cadena de valor ESPUCAL.....	35
Tabla 3. Costos operacionales.....	36
Tabla 4. Comparación alternativa uno.....	37
Tabla 5. Comparación alternativa dos.....	38
Tabla 6. Comparación alternativa tres.....	38
Tabla 7. Normatividad.....	51
Tabla 8. Proyección de población.....	59
Tabla 9. Suscriptores urbanos.....	60
Tabla 10. Evolución usuarios acueducto por estrato.....	61
Tabla 11. Evolución usuarios alcantarillado por estrato.....	61
Tabla 12. Proyección de suscriptores acueducto.....	62
Tabla 13. Proyección de suscriptores alcantarillado.....	62
Tabla 14. Proyección de suscriptores aseo.....	63
Tabla 15. Comportamiento de la oferta.....	64
Tabla 16. Factores máximos de subsidios y sobrepuestos aplicables a las tarifas por estrato.....	65
Tabla 17. Análisis sin la entrada del proyecto.....	66
Tabla 18. Análisis con la entrada del proyecto.....	67
Tabla 19. Incremento acueducto.....	68
Tabla 20. Incremento alcantarillado.....	68
Tabla 21. Ajuste costo de operaciones alcantarillado.....	68
Tabla 22. Ajuste costo de operaciones alcantarillado.....	69
Tabla 23. Tarifas.....	69
Tabla 24. Costos de aseo.....	70
Tabla 25. Subsidios por estrato.....	70
Tabla 26. Capacidad necesaria de producción.....	74
Tabla 27. Criterios de diseño.....	75
Tabla 28. Costos fijos.....	82
Tabla 29. Presupuesto del caso de negocio.....	82
Tabla 30. Resumen ingresos proyectados.....	84
Tabla 31. Resumen ingresos proyectados.....	84
Tabla 32. Destinación de ingresos.....	85
Tabla 33. Flujo de casa y retorno de la inversión.....	86
Tabla 34. Fuentes y usos de fondos.....	87
Tabla 35. Evaluación financiera proyectada.....	88
Tabla 36. Calculo del VDN y TIR.....	90
Tabla 37. Indicadores financieros.....	91
Tabla 38. Gestión 2021.....	92
Tabla 39. Costos unitarios.....	93

Tabla 40. Indicadores de gestión.....	93
Tabla 41. Calculo de kilómetros recorridos en vehículo.....	99
Tabla 42. Calculo de consumo de energía eléctrica.....	99
Tabla 43. Acta de constitución del proyecto.....	102
Tabla 44. Interesados.....	106
Tabla 45. Poder/interés.....	106
Tabla 46 Matriz de temas y respuestas.	108
Tabla 47. Formato resolución de conflictos y gestión de expectativas.....	110
Tabla 48. Acta de declaración de alcance.....	111
Tabla 49. Cierre de producto o fase.....	112
Tabla 50. Diccionario de EDT.....	113
Tabla 51. Matriz de comunicaciones.....	115
Tabla 52. Plan de comunicaciones.....	116
Tabla 53. Línea base de tiempo.....	119
Tabla 54. Hitos relevantes del proyecto.....	124
Tabla 55. Nivelación y uso de recursos.....	125
Tabla 56. Tarea, duración y costo.....	127
Tabla 57. Curva S.....	128
Tabla 58. Listas de control de calidad.....	131
Tabla 59. Formato informe de auditorías.....	131
Tabla 60. Lista de entregables.....	133
Tabla 61. Roles y responsabilidades.....	134
Tabla 62. Plan de capacitación y desarrollo.....	136
Tabla 63. Calificación de riesgo.....	139
Tabla 64. Identificación cualitativa de riesgos.....	142
Tabla 65. Matriz cualitativa de probabilidad e impacto.....	143
Tabla 66. Combinación probabilidad e impacto cualitativos.....	143
Tabla 67. Matriz cuantitativa de probabilidad e impacto.....	144
Tabla 68. Combinación probabilidad e impacto cuantitativos.....	144
Tabla 69. Plan de riesgo del proyecto.....	146
Tabla 70. Cronograma de compras.....	148

Figuras

Figura 1. Línea de tiempo.....	20
Figura 2. Árbol de problemas.....	24
Figura 3. Árbol de objetivos.....	25
Figura 4. Mapa de procesos ESPUCAL.....	31
Figura 5. Organigrama funcional ESPUCAL.....	34
Figura 6. Ubicación del municipio de la Calera.....	40
Figura 7. Captación quebrada San Lorenzo	44
Figura 8. PTAR Villa 70.....	45
Figura 9. Esquema metodológico.....	56
Figura 10. Diseño conceptual del proceso.....	72
Figura 11. Infraestructura existente tanque 1, 2, 3, y 4.....	74
Figura 12. Mapa de procesos a partir del proyecto.....	80
Figura 13. Flujo de entrada y salida.....	98
Figura 14. Calculo de huella de carbono.....	100
Figura 15. Acta de reunión.....	117
Figura 16. Diagrama de GANT (parte 1).....	121
Figura 17. Diagrama de GANT (parte 2).....	122
Figura 18. Organigrama de la gestión de calidad del proyecto	130
Figura 19. Contratación y liberación de personal.....	138
Figura 20. Estructura de desglose de riesgo.....	145
Figura 21. Proceso de contratación.....	147

Gráficas

Gráfica 1. Proyección de la población – La Calera.....58
Gráfica 2. Suscriptores por servicio.....60
Gráfica 3. Base de estructuración del proyecto.....95
Gráfica 4. Poder/interés.....107
Gráfica 5. Curva S.....128

Anexos

Anexo A. Matriz de trazabilidad de requisitos.....153
Anexo B. Diagrama de res.....154
Anexo C. Listado de actividades con estimación de duraciones esperadas con uso de la distribución (PERT).....157
Anexo D. Matriz de riesgo.....158

Resumen

El presente proyecto consiste en un estudio de mercado, con el fin de determinar la viabilidad de reducir los costos para suministro de agua potable en el municipio de la Calera. Esta reducción consiste en la posibilidad de incrementar la oferta del servicio de acueducto y alcantarillado, y con ello la reducción de costos de todo el sistema, debido al incremento de la demanda. La investigación se centra en una metodología cuantitativa de tipo analítica, empleando como instrumento principal el *Project Management Body of Knowledge (PMBOK)*, y centrándose en las técnicas de revisión documental, trabajo de campo y exploración. Los resultados evidencian la capacidad del acueducto de dar el servicio a nuevos suscriptores a través de adecuaciones e incrementos de sus instalaciones, también se identifican los diferentes riesgos del proyecto, así como su proyección financiera. Finalmente, se concluye que el sistema de acueducto debe mejorar e incrementar su recurso humano, como también su atención al cliente.

Palabras claves: Acueducto, Sistema de calidad, Riesgo, Abastecimiento de agua, Costo, Presupuesto.

Abstract

This project consists of a market study, in order to determine the feasibility of reducing costs for the supply of drinking water in the municipality of La Calera, Bogotá. This reduction consists of the possibility of increasing the supply of the aqueduct and sewer service, and with it the reduction of costs of the entire system, due to the increase in demand. The research focuses on a quantitative analytical methodology, using the Project Management Body of Knowledge (PMBOK) as the main instrument, and focusing on the techniques of documentary review, field work and exploration. The results show the capacity of the aqueduct to provide the service to new subscribers through adjustments and increases in its facilities, the different risks of the project are also identified, as well as its financial projection. Finally, it is concluded that the aqueduct system must improve and increase its human resources, as well as its customer service.

Key words: Aqueduct, Quality system, Risk, Water supply, Cost, Budget.

Introducción

A través del tiempo, como se podrá ver en los antecedentes de este estudio, se ha visto el progreso de los acueductos, pasando por cambios radicales, siempre en pro de la comunidad, ya que según la Constitución política de Colombia en su Artículo 11-A “todo ser humano en el territorio nacional tiene derecho al agua, en condiciones de accesibilidad, calidad y disponibilidad. Su uso prioritario es el consumo humano sin detrimento de su función ecológica, para lo cual el Estado garantizara la protección y recuperación de los ecosistemas del recurso hídrico conforme al principio de progresividad”, además de ser un recurso natural que debemos cuidar y resguardar, pero aun así se ha venido construyendo alternativas diversas para aprovechar y entregar un servicio vital, pero prestar un servicio como el de un acueducto comienza a tener un alto costo, debido a las actividades que la misma empresa debe realizar para poder asegurar la calidad del servicio, es así como con este proyecto se pretende dar alternativas al caso de negocio de la consultoría hacia la Empresa de Servicios Públicos de la Calera (ESPUCAL), para la reducción del costo de operación para el suministro de Agua potable en el Municipio de La Calera.

Los elevados costos de producción de cualquier empresa, comienzan a crecer a medida que la materia prima aumenta su costo o cada que se incrementa la demanda, es por ello que los costos del servicio aumentan al pasar el tiempo, pero hay que entender que en el caso del acueducto en mención, los usuarios en su mayoría son personas de estrato 1 y 2, estos requieren calidad del servicio, pero también precios acorde a sus bolsillos.

Se debe analizar alternativas para reducir costos de producción y aun así mantener la calidad del servicio prestado, este proyecto se basa completamente en una metodología cuantitativa con el instrumento de dirección de proyectos del *Project Management Institute (PMI)*, la cual es

llamada guía de *Project Management Body of Knowledge (PMBOK)*, complementándose con el método analítico, fundamentado en el tercer capítulo, el cual se divide en: estudios y evaluaciones, iniciación y evaluación del Proyecto y terminando con las conclusiones y recomendación, todo esto con base en el trabajo de campo, los cuales argumentan la factibilidad del proyecto.

1. Planteamiento Inicial del Proyecto

1.1. Antecedentes

1.1.1. Antecedentes del Problema, Necesidad u Oportunidad

1.1.1.1. Internacionales. En realidad, a principios de la historia de la humanidad, el agua no estaba asequible para ningún tipo de ser humano en forma de acueducto, esta solo era necesaria para la hidratación de los seres vivos, con el tiempo se fue volviendo un recurso primordial para otras actividades cotidianas y es que el desarrollo de una sociedad puede medirse de muchas maneras, pero a lo largo de la historia, las infraestructuras del agua se han mostrado como un gran indicador al respecto.

Por esto, es necesario ver qué tipos de captación de agua fueron utilizadas por el hombre, antes de la aparición del primer **acueducto**, tomando a la revista iAgua Magazine (2017), quienes dan los siguientes datos:

- Potabilización: Entre el año 4.000 y 2.000 a.C. existen registros de métodos de potabilización como: hervir el agua, ponerla al sol, introducir trozos de cobre o plata 7 veces y filtración a través de carbón leña o arena.
- Presa: Los antiguos egipcios, alrededor del año 2770 a. C., construyeron la primera presa de la que se tiene constancia histórica. Fue llamada Sad El-Kafara que en árabe significa “presa de los paganos”. Ubicada a 30 kilómetros al sur del Cairo, medía 14 metros de altura y tenía una longitud de entre 80 y 100 metros. Se utilizaron más de 10.000 toneladas de piedra y gravilla para su núcleo y las paredes se revistieron de mampostería. El grosor del muro era de 98 metros en la base y 56 en la coronación.
- Transporte a grandes distancias: A principios del siglo VII a.C., Senaquerib, rey de Asiria, mandó construir un acueducto que abasteciera a su capital, Nínive, con un recorrido de más

de 40 km entre acueductos y canalizaciones. Conocido especialmente por sus obras de ingeniería y arquitectura, Senaquerib construyó una de las ciudades más importantes de la época. Incluso según algunas hipótesis se cree que los famosos jardines colgantes de Babilonia, una de las 7 maravillas del mundo antiguo, realmente se encontraban en esta ciudad a las afueras de Mosul, en el actual Irak.

- Bomba de agua: La primera bomba de agua se le atribuye a Arquímedes que la describió en el siglo III a.C. y se la conoce como “tornillo de Arquímedes”, pero este sistema ya había sido utilizado anteriormente por Senaquerib, rey de Asiria, en el siglo VII a.C.
- Tornillo de Arquímedes: Las bombas de agua usaban todas animales para su funcionamiento hasta que a finales del siglo XVII, Thomas Savery desarrollo la primera bomba de uso industrial para extraer agua de la minería usando vapor. Sucesivas mejoras de esta máquina dieron lugar a la famosa máquina de vapor de James Watt.

Es de aclarar que la bomba de agua y el tornillo de Arquímedes fueron elaborados cuando ya se contaban con acueductos, pero es vital nombrarlos debido a su gran importancia en la historia, aun así es necesario devolverse al transporte a grandes distancias, porque con esta gran construcción es en donde es posible nombrar que por la misma época, Ezequías, rey de Judá, construyó un acueducto que llevaba agua hasta Jerusalén, pero el sistema de transporte más extenso de la antigüedad era sin duda el realizado por los romanos. El primero en construirse fue el *Aqua Apia*, que era un acueducto subterráneo de 16 kilómetros de longitud. El primero que transportaba agua sobre la superficie fue el *Aqua Marcia*, en la capital del imperio. Tenía una longitud de 90 kilómetros y fue construido en el año 144 a.C. Diez acueductos suministraban agua a la antigua ciudad de Roma y la abastecían con alrededor de 140.000 metros cúbicos de agua al día.

Con lo anterior es posible presentar el conocimiento de las primeras grandes construcciones, aun así también es necesario indicar que después de esto, debía perfeccionarse el método, pues se requería un servicio comunitario más no individual, por ello se comenzó la transformación de todo el proceso:

- Filtración: Habitualmente el agua se filtraba en las casas de manera individual, no fue hasta 1804 en Paisley, Escocia, dónde por primera vez se pensó en hacer una instalación de filtros para toda una población. Más tarde en 1829, en Londres (Chelsea), se construyó la primera planta de filtros lentos de arena hecha por “*The Chelsea Water Work Corporation*”. A medida que la demanda de agua filtrada aumentaba, se fue estudiando más a fondo el trabajo de los filtros y se descubrió que no sólo hacían un proceso de cribado sino que también transformaba la materia orgánica. Con el surgimiento de la microbiología, nacida a mediados del siglo XIX, se le fue dando cada vez mayor importancia al aspecto bacteriológico de la filtración y a finales de siglo muchas ciudades ya habían construido plantas de filtración.

De todas formas se tendría que esperar hasta finales del siglo XIX y principios de XX para que empezaran a usarse tuberías metálicas de manera generalizada en las ciudades y el agua corriente empezó a llegar a todas las casas.

Figura 1.
Línea de tiempo



Fuente: iAgua Magazine 28.

1.1.1.2. Nacionales. En principios del régimen colonial alrededor del siglo XX, lo que se conoció como acueducto, en realidad eran acequias al descubierto construidas en piedra, cuyas aguas provenían de fuentes cercanas que alimentaban pilas públicas sin acceso domiciliario, y sin ningún tratamiento. Lizcano, Rey y Espinosa (2011) indicaron lo anterior así:

“El desarrollo de los primeros centros poblados condujo a la construcción de los acueductos, que mediante canales abiertos conducían por gravedad el agua hasta las plazas centrales, donde la gente la tomaba en pilas públicas. (...) En Villa de Leyva aún es funcional el canal de los españoles, con trazado de curvaturas y pendiente que por gravedad conduce a lo largo de un tramo de 12 km de largo” (p. 89).

La provisión de agua en los primeros 350 años de historia de la ciudad de Bogotá, se dio mediante la canalización de aguas provenientes de los ríos Arzobispo, San Francisco, San Agustín, Fucha y Tunjuelo.

Es aquí donde se debe volver en el tiempo y especificar que hacia 1689, el dato más antiguo nos señala que se autorizó emprender obras para conducir el agua desde el río Fucha, se trataba de una acequia a cielo abierto, recubierta en algunos tramos por lajas de piedra, cal y canto que desembocaba en una pila de uso público la cual estaba ubicada en la plaza principal. A mediados del siglo XVIII, un derrumbe acabó con esta construcción la cual fue reemplazada por las aguas del río San Francisco cuyas especificaciones eran mejores, se le conoció en su tiempo como el “acueducto” de Agua Nueva el cual se terminó en 1747 (Jaramillo, 1998).

Según Jaramillo, la ciudad comenzó a incrementarse, hasta el punto de tener 25.000 habitantes y más o menos 20 pilas públicas para abastecer el agua hacia 1800. Aun así no cambió mucho la dinámica de recoger el agua, ya que se seguía requiriendo a los llamados “aguateros” que la envasaban en cántaros de barro y la transportaban en burros, ofreciendo un servicio domiciliario. Este régimen no cambió mucho con el advenimiento de la independencia en 1819, ni por el tamaño ni la estructura de la ciudad.

La primera mitad del siglo XIX no tuvo cambio alguno, se amplió el mercado interno y la capacidad económica del país, como también se incrementaron los recursos fiscales y el consumo, sobre todo en las ciudades grandes, además se propago nuevos conceptos de comunidad y estilos de consumo, así como preceptos relacionados con la higiene, la salud pública, el agua potable y el saneamiento básico, llevaron a cambiar los patrones de convivencia social en las ciudades.

En el año de 1886 se instaló en Bogotá un sistema de Acueducto y Alcantarillado con tubos de hierro galvanizado, este sistema superaba las acequias canalizadas en piedra, o a las “tuberías”

en barro cocido que en algunos sitios estaban en funcionamiento, pero eran muy susceptibles a las filtraciones y a la contaminación ambiental. Es aquí donde se debe nombrar lo que dijo Jaramillo (1998):

“Un censo a final de siglo muestra como bajo este nuevo sistema se contaba con seis acueductos con un aforo total de 265 litros por segundo, de los cuales “Agua nueva” aportaba 127 litros. Hacia 1897 el acueducto en Bogotá tenía unas 2.800 acometidas domiciliarias, lo que representaba el 20.5% de los hogares de la ciudad, sin contar las destinadas a oficinas, industria y comercio”.

Fue hasta 1905 que en Cartagena y Medellín empezó a funcionar un acueducto metálico de similares características.

Por fin a finales de 1875 se construye por el municipio de Bogotá, un vertedero subterráneo que atendía al centro y se complementaba con trabajos privados que desembocaban en los ríos de la ciudad.

En 1885 se creó una Junta de Aguas y en 1887 la Comisión Permanente del Ramo de Aguas asumió el tema de los drenajes y desagües. En 1890 se prohibieron las acequias a cielo abierto, sin embargo la estructura para la evacuación de aguas servidas no obedecía a ningún plan, eran sistemas rudimentarios, conductos de ladrillo con losas de piedra, que funcionaban como tapas, las cuales permitían infiltraciones contaminantes y no resistían aguaceros fuertes de la época lluviosa, sin embargo la canalización del río San Francisco que era una verdadera cloaca a cielo abierto y foco de infecciones, obra iniciada en 1884, que cubría las carreas 7 y 8, alivió de alguna manera las condiciones sanitarias del centro de la ciudad, sin embargo su avance fue lento completándose sólo hacia 1950 (Jaramillo, 1998).

Para finalizar todo lo que anteriormente se encuentra referenciado, es importante mencionar que hoy en día la mayoría de la población colombiana cuenta con un abastecimiento de agua potable, los acueductos se hicieron populares e incrementaron sus redes para poder abastecer a poblaciones completas.

1.1.2. Descripción del Problema

El ser humano a través del tiempo ha requerido el agua para su supervivencia y bienestar. A medida que las pequeñas poblaciones crecían, se requerían servicios sanitarios, para mantener una provisión de agua potable, pero en realidad los primeros acueductos datan de los romanos, los cuales por medio de sistemas de conducción de puentes de arcos llevaron el preciado líquido a sus ciudades. Al pasar de los tiempos las técnicas para la conducción de agua han mejorado.

Para Colombia existe una deficiencia generalizada en el suministro de agua potable, ya que son múltiples factores que se han presentado y que están asociados a la topografía de los departamentos, a las políticas de desarrollo y a las condiciones socioeconómicas que obligan a revisar las metas establecidas en los planes de desarrollo en relación con el aprovisionamiento de agua, que optimice los recursos existentes para obtener un mayor beneficio.

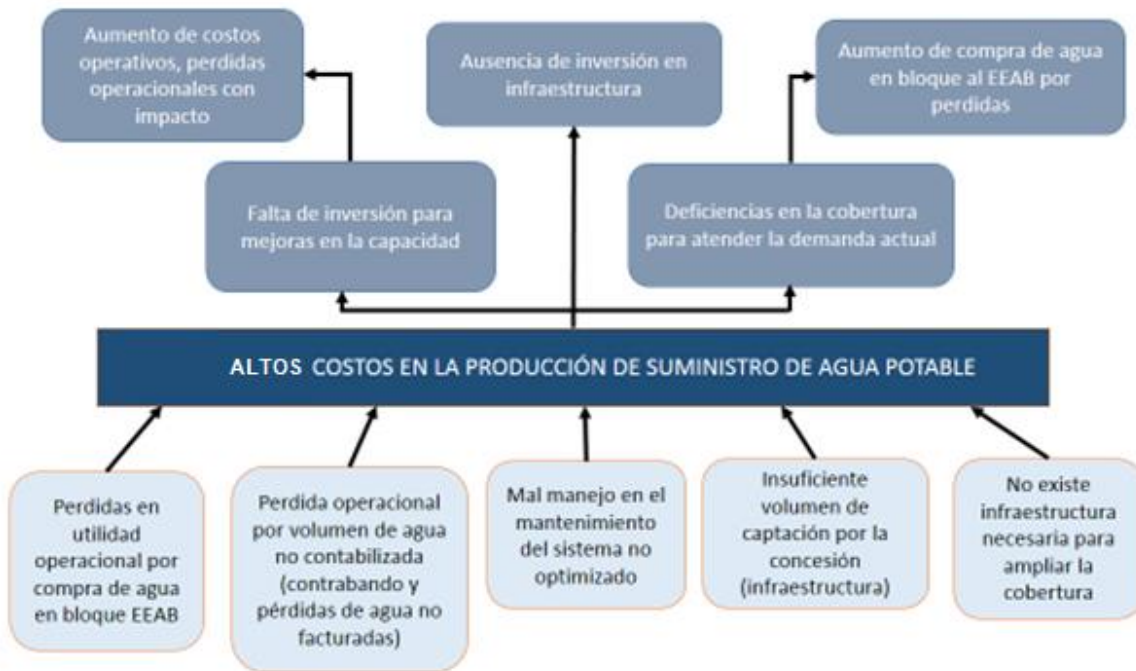
De acuerdo con datos del diario El Espectador, “a pesar de que se han hecho importantes inversiones en todo el país, la cobertura del servicio de acueducto no llega a 3,6 millones de personas y en alcantarillado falta cubrir a 5,6 millones de colombianos”, las antiguas civilizaciones sabían que estas obras públicas eran prioritarias, por eso sorprende que en Colombia el acueducto no llegue aún a todos los hogares. Según cifras del DANE, su cobertura es de 92,3 %, hay más de 3,6 millones de personas sin acceso. Y ni hablar de las zonas rurales, los servicios superan el 80 % de cobertura.

Sin embargo, la meta del Gobierno está articulada con los objetivos de desarrollo sostenible promovidos por la Organización de las Naciones Unidas (ONU), en los cuales se establece que para 2030 todos los países deben tener coberturas universales para el acceso al agua potable y el saneamiento básico.

Para el Municipio de La Calera en el área urbana, el sistema de agua potable es abastecido mediante la compra de agua en bloque a la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB), lo cual incrementa los costos de operación y por otra parte cuentan con una captación en la quebrada San Lorenzo.

1.1.2.1. Árbol de problemas.

Figura 2.
Árbol de problemas.



Fuente: construcción de los autores.

1.1.3. *Objetivos del Proyecto*

1.1.3.1. **Objetivo general.** Analizar la factibilidad en el caso de negocio de la Empresa de Servicios Públicos de la Calera (ESPUCAL), para la reducción de costos en el suministro de agua potable en el Municipio de la Calera, Bogotá.

1.1.3.2. **Objetivos específicos.**

- Implementar durante la estructuración del proyecto la metodología cuantitativa con el instrumento PMBOK.
- Elaboración de un diagnóstico inicial de la empresa de Servicios Públicos de La Calera ESPUCAL.
- Proponer alternativas para la reducción de costos en el suministro de agua potable.
- Analizar a través del trabajo de campo la factibilidad de este proyecto.

1.1.3.3. **Árbol de objetivos.**

Figura 3.
Árbol de objetivos



Fuente: construcción de los autores.

1.2. Descripción Organización Fuente del Problema

1.2.1. Descripción General

Para dar comienzo al ítem, es indispensable indicar que la Empresa de Servicios Públicos ESPUCAL, se encuentra situado en el municipio de la Calera del departamento de Cundinamarca.

1.2.1.1. Antecedentes generales de la empresa. Resulta fundamental contar con diagnósticos precisos en materia de la cobertura, calidad y continuidad del servicio de agua potable y cómo se trazaron sus planes maestros de acueducto y alcantarillado.

Existe una problemática en el municipio de la Calera sobre la calidad y acceso al recurso, lo cual es de gran importancia que el servicio de acueducto no sólo tenga una cobertura universal, sino que sea continuo.

El proyecto tiene como objeto mejorar el sistema de distribución de agua del casco urbano de La Calera y minimizar los costos de operación del agua potable, con el fin de aportar y suministrar información a la empresa, que le ayude a conocer con exactitud el costo de producir, y en base a la información recolectada se puedan tomar medidas y gestionar a futuro la optimización de los recursos hídricos del municipio.

1.2.1.2. Marco histórico de la organización. La empresa de Servicios Públicos de La Calera (ESPUCAL), fue creada mediante acuerdo municipal número 041 de 1996 dando cumplimiento a los lineamientos establecidos en la Ley 142 de 1994 de servicios públicos domiciliarios.

Constituida formalmente como Empresa Industrial y Comercial del Estado del orden municipal, cuenta con autonomía administrativa y presupuestal y fue creada con el propósito de fortalecer la prestación y administración de los servicios públicos domiciliarios para la población caleruna.

Actualmente prestan los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo para el 100% de la población del perímetro urbano y el servicio de recolección de residuos en algunas zonas del área rural.

ESPUCAL, es la encargada del abastecimiento de agua potable al casco urbano del Municipio de La Calera, para lo cual cuenta con dos fuentes; una de origen superficial proveniente de la Quebrada San Lorenzo, y otra de agua potable proveniente de la Planta Francisco Wiesner del Acueducto de Bogotá EAAB de la quebrada San Lorenzo se cuenta con una concesión para la captación de 21 l/s, los cuales son captados mediante una bocatoma ubicada en la vereda La Epifanía del Municipio, y desde allí es conducida por gravedad mediante una red de aproximadamente 7 km de longitud, hasta la planta de tratamiento de agua Potable PTAP Villa 70, operada por ESPUCAL. Esta Planta abastece alrededor del 80% de los habitantes y el restante, se abastece de la planta Francisco Wiesner operada por la EAAB, la cual es una fuente limitada para el Municipio.

También es importante mencionar que la quebrada San Lorenzo cuenta con un área de drenaje aproximado de 8 km², lo cual es insuficiente en temporadas de sequías llegando a sufrir disminuciones en su caudal y compartido con otros usuarios de acueductos veredales.

La operación requerida para la prestación de los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo se orientó a lograr los objetivos de eficiencia y eficacia, medidos en términos de calidad y continuidad, y en todo caso, teniendo como principio fundamental el cuidado y la conservación de los recursos naturales y el respeto por sus usuarios y trabajadores, buscando siempre el reconocimiento de la Empresa como patrimonio de los calerunos.

1.2.1.3. Situación actual de la empresa. La gestión eficiente y transparente de los recursos públicos fue principio fundamental durante estos cuatro años; el establecimiento de

controles de costos y gastos y la planificación financiera a partir de análisis presupuestales y de flujo de caja periódicos, permitieron realizar importantes inversiones que no habían sido posibles en años anteriores, como el caso de la adquisición de un compactador de 17 y 3 para mejorar la prestación del servicio de aseo, la inversión en obras y actividades de mejoramiento y optimización de los sistemas e infraestructura de acueducto y alcantarillado, todo lo anterior con recursos 100% del presupuesto de la Empresa. Vale decir en este punto que se recibe una Empresa con un déficit presupuestal que requería en todos los años anteriores el apoyo por parte del Municipio a través de transferencia de recursos. Hoy, entregamos una Empresa generadora de utilidad y con equilibrio financiero y presupuestal (Informe de gestión, 2012- 2015).

ESPUCAL ha sido reconocida en el ámbito departamental, por su constante participación en procesos de impacto para los prestadores de servicios públicos como la entrega de las PTAR por parte de la Corporación Autónoma Regional, la definición de las metas de reducción de carga contaminante para el quinquenio, los excesivos costos por tasa retributiva, y su compromiso frente al cumplimiento de todas y cada de una de las órdenes contenidas en el fallo de descontaminación del río Bogotá.

1.2.2. Direccionamiento Estratégico de la Organización.

1.2.2.1. Objetivos de la organización.

- Objetivos generales.
 - Mejorar y ampliar permanentemente la prestación de los servicios que brinde la empresa, garantizando una atención con calidad y continuidad al cliente.
 - Apoyar el desarrollo, conservación y preservación de las fuentes de abastecimiento para la atención de la demanda.
 - Obtener la certificación del ICONTEC sobre el aseguramiento de la calidad ISO-9001.

- Mantener una Organización rentable, Sólida y eficiente en sus recursos económicos, con personal capacitado, que lleven con orgullo el nombre del acueducto.
- **Objetivos estratégicos.**
 - Proteger el recurso hídrico.
 - Disminuir la contaminación de la fuente hídrica del municipio.
 - Mejorar la capacidad de la infraestructura.
 - Fortalecer la cultura institucional con énfasis al autocontrol, la administración del Riesgo, la comunicación y el servicio al cliente.
 - Fortalecer la imagen institucional conforme a los servicios prestados.
- **Objetivos de calidad.**
 - Contribuir en el uso sostenible de los recursos naturales.
 - Fortalecer la cultura institucional con énfasis al autocontrol, la administración del riesgo, la comunicación y el servicio al cliente.
 - Mejorar la capacidad de la infraestructura.
 - Fortalecer la imagen institucional, conforme a los servicios prestados.
 - Crecimiento integral del Talento Humano, promoviendo y manteniendo el bienestar físico, mental y social de sus trabajadores.
 - Identificar, gestionar y medir las acciones de mejoramiento para Satisfacción del Cliente.
 - Administrar de manera eficaz los recursos financieros.

1.2.2.2. Políticas institucionales.

- **Política empresarial.** ESPUCAL E.S.P., tiene como compromiso prestar los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo, dirigidos a satisfacer las necesidades de la comunidad

Caleruna, conforme al plan de desarrollo y una gestión transparente, mediante una atención con calidad humana tendiente a salvaguardar los recursos naturales, lo que exige contar con un -talento Humano competente, siendo la mejora continua un objetivo permanente para aumentar su eficacia, eficiencia y efectividad en cumplimiento del soporte legal vigente.

- **Política de calidad.** ESPUCAL, tiene como compromiso prestar los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo mediante una gestión transparente, dirigida a satisfacer las necesidades de la Comunidad Caleruna, conforme al soporte legal vigente y en cumplimiento a los objetivos del Plan de Desarrollo Municipal.

La gestión se adelanta mediante una atención con calidad humana tendiente a salvaguardar los recursos naturales, lo que exige contar con un talento humano competente, siendo la mejora continua un objetivo permanente para aumentar su eficacia, eficiencia y efectividad.

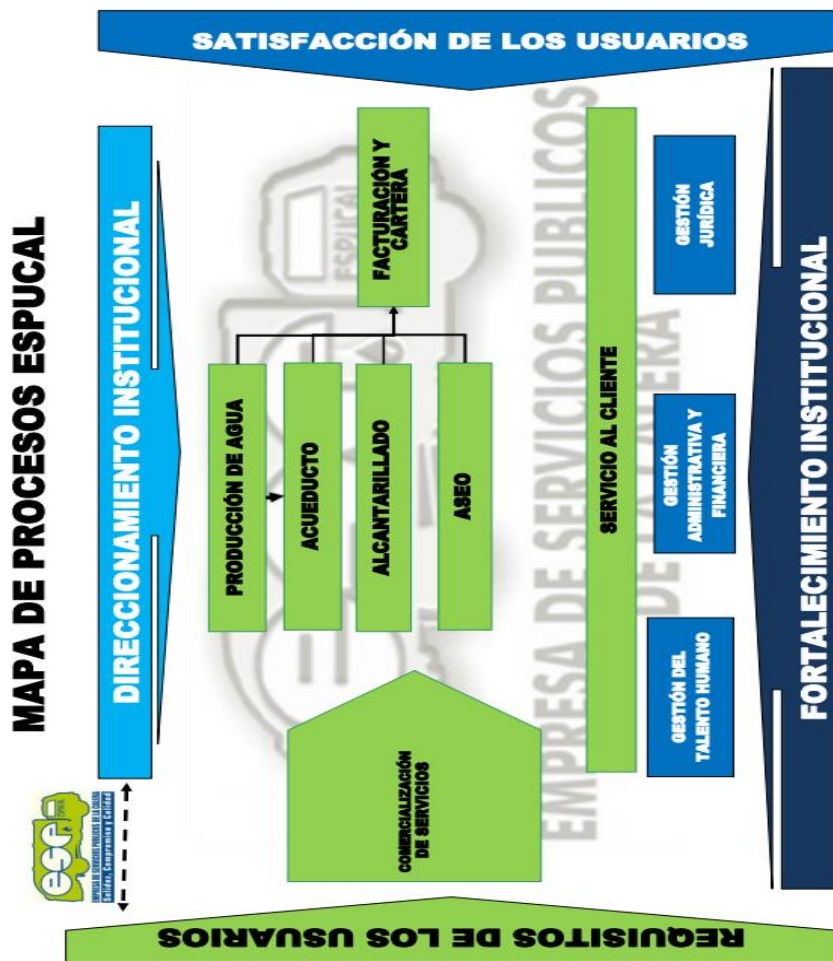
1.2.2.3. Misión, visión y valores.

- **Misión.** Prestar los servicios públicos domiciliarios de Acueducto, Alcantarillado y Aseo con calidad, sentido social y sostenibilidad ambiental, garantizando la satisfacción de los usuarios mediante la administración transparente de los recursos y el fortalecimiento continuo de su talento humano.
- **Visión.** En el año 2020 ser reconocida por la implementación de una administración pública moderna, transparente, cercana al ciudadano, participativa, legítima y funcional garantizando la prestación de los servicios de AAA con solidez, compromiso y calidad.
- **Valores.**
 - Integridad: Actúo libre y voluntariamente de acuerdo con los principios éticos y legales.

- Respeto: Reconozco la existencia de la otra persona, comprendo y valoro la diversidad en la búsqueda de un objetivo común.
- Compromiso: Soy consciente del valor de cada actividad que desempeño, ejecuto mis labores honesta y eficazmente, siendo capaz de generar un valor agregado que aporte a la gestión de la entidad.
- Responsabilidad: Asumo mis funciones con entereza de manera que mis resultados sean los esperados requeridos en mi labor.

1.2.2.4. Mapa estratégico.

Figura 4.
Mapa de procesos ESPUCAL.



Fuente: Tomado de la página web ESPUCAL.

1.2.2.5. Descripción del direccionamiento estratégico.

Tabla 1.
Matriz de alineación.

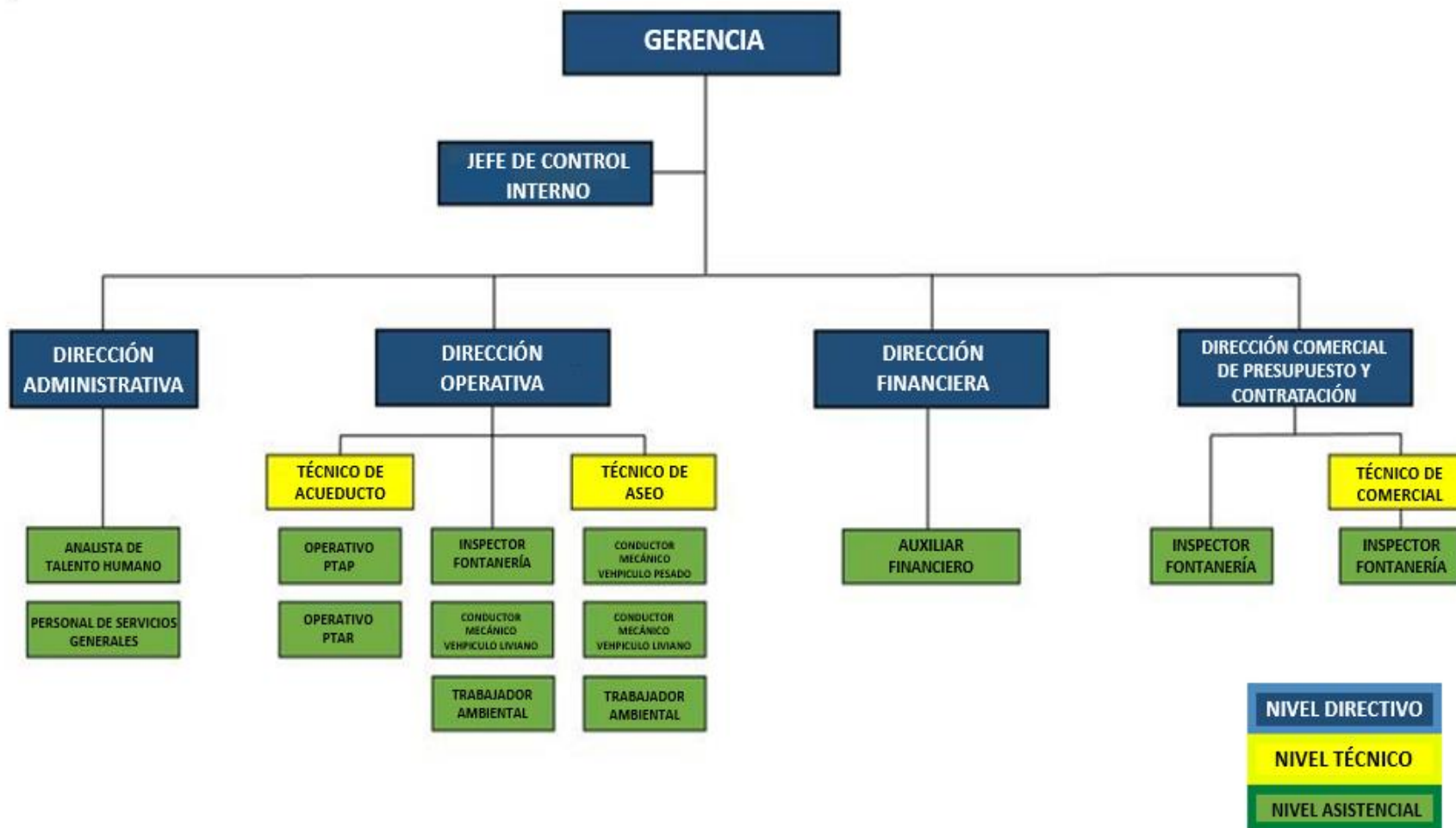
MATRIZ DE ALINEACIÓN DE LOS GRANDES PROPOSITOS CONTENIDOS EN LA PLATAFORMA ESTRATÉGICA							
CODIGO DE ETICA Y BUEN GOBIERNO		MISION	VISION	MATRIZ VISION-MISION VS NECESIDADES DE LOS USUARIOS	POLITICA DE GESTION	IDEAS PRINCIPALES DE LA POLITICA	OBJETIVOS DE CALIDAD
Propósitos Éticos	Valores Éticos						
Mantener entre sí, con las autoridades, con los entes de control y con la sociedad en General, relaciones honestas, constructivas, profesionales e Idóneas.	<p><u>Integridad:</u> Actúo libre y voluntariamente de acuerdo con los principios éticos y legales.</p> <p><u>Respeto:</u> Reconozco la existencia de la otra persona, comprendo y valoro la diversidad en la búsqueda de un objetivo común.</p> <p><u>Compromiso:</u> Soy consciente del valor de cada actividad que desempeño, ejecuto mis labores honesta y eficazmente, siendo capaz de</p>	<p>Prestar de manera efectiva los servicios domiciliarios a su cargo, con calidad, sentido social y sostenibilidad ambiental, garantizando su permanencia mediante la óptima administración de los recursos disponibles y el fortalecimiento del Talento Humano, asegurando la</p>	<p>En el año 2018, ser la empresa líder del sector de la prestación de servicios domiciliarios de AAA, incorporando a nuestra gestión una administración moderna, transparente, cercana al ciudadano, participativa, legítima y funcional garantizando nuestros servicios con solidez,</p>	<p><u>Grandes propósitos organizacionales priorizados</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Administrar y proteger el Recurso Hídrico. 2. Criterios de Calidad 3. Satisfacción de los Usuarios 4. Administración del riesgo <p><u>Expectativas y necesidades de los clientes</u></p>	<p>ESPUCAL ESP tiene como compromiso prestar los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo, dirigidos a satisfacer las necesidades de la comunidad Caleruna, conforme al plan de desarrollo y una gestión transparente, mediante una atención con calidad humana tendiente a salvaguardar</p>	<p>Administrar el Recurso hídrico coadyuvando al desarrollo sostenible</p> <p>Gestión Administrativa eficaz</p> <p>Manejo apropiado de los riesgos por proceso, corrupción y de contratación.</p> <p>Participación social</p>	<p>Proteger el recurso hídrico.</p> <p>Disminuir la contaminación de la fuente hídrica del municipio.</p> <p>Mejorar la capacidad de la infraestructura.</p> <p>Fortalecer la cultura institucional con énfasis al autocontrol, la administración del Riesgo, la comunicación y el servicio al cliente</p> <p>Fortalecer la imagen institucional conforme a los servicios prestados.</p>

<p>sultados de ilidad para la munidad, y a ejorarla njointamente con ejercicio de itocontrol integral e forma eficiente y icaz.</p>	<p>generar un valor agregado que aporte a la gestión de la entidad.</p>	<p>satisfacción de los usuarios.</p>	<p>compromiso y calidad.</p>	<p>5. Adecuada atención a los usuarios</p> <p>6. Promover espacios de participación ciudadana</p> <p>7. Efectividad en las ajustaciones institucionales</p> <p>8. Prevenir el deterioro de los recursos naturales</p> <p>9. Mejoramiento continuo de los Procesos</p>	<p>los recursos naturales, lo que exige contar con un -talento Humano competente, siendo la mejora continua un objetivo permanente para aumentar su eficacia, eficiencia y efectividad en cumplimiento del soporte legal vigente</p>	<p>Talento humano competente y comprometido</p>	<p>Fortalecer la imagen institucional conforme a los servicios prestados. Fortalecer la cultura institucional con énfasis al autocontrol, la administración del Riesgo, la comunicación y el servicio al cliente</p>
<p>Mejora continua en el ejercicio de la responsabilidad ética, social y medio ambiental.</p>	<p><u>Responsabilidad:</u> Asumo mis funciones con entereza de manera que mis resultados sean los esperados requeridos en mi labor.</p>						<p>Fortalecer la cultura institucional con énfasis al autocontrol, la administración del Riesgo, la comunicación y el servicio al cliente</p>
<p>El servidor público debe dar a las personas un trato digno, cortés, cordial y tolerante.</p>						<p>Autocontrol, seguimiento evaluación y mejora continua</p>	<p>Fortalecer la imagen institucional conforme a los servicios prestados.</p>

Fuente: construcción de los autores.

1.2.3. Estructura Organizacional

Figura 5.
Organigrama Funcional ESPUCAL.



Fuente: Tomado de la página Web de ESPUCAL.

1.2.4. Cadena de Valor de la Organización

De acuerdo al análisis de la cadena de valor del profesor Michael E. Porter, se señalan las actividades definidas como soporte y las actividades principales, que han generado una ventaja competitiva en el mercado, a continuación, la tabla 2 muestra sus actividades con su soporte:

Tabla 2.
Cadena de valor de ESPUCAL.

Actividades de Soporte	<i>Infraestructura</i>	Gerencia, planeación, finanzas, contabilidad, legal, gestión de calidad.				M A R G E N
	<i>Recursos Humanos</i>	Selección, Reclutamiento, contratación, formación, reciclaje, desarrollo, política salarial y laboral.				
	<i>Tecnología</i>	Aplicación de Tecnologías, Mejora en los procesos, tratamiento de la información, y control.				
	<i>Compras</i>	Maquinaria, Componente, Publicidad y servicios				
Actividades principales	Manipulación Almacenamiento Acceso de clientes Materiales	Fabricación de componentes Control de calidad	Demanda Nivel de servicios Preparación de Informes	Publicidad Procedimiento en Ventas Políticas de precio Control	Políticas de Fidelización Bases de datos Atención al público PQR's Servicios adicionales	
	<i>Logística interna</i>	<i>Acueducto Alcantarilla Aseo</i>	<i>Logística Externa</i>	<i>Marketing</i>	<i>Post ventas</i>	

Fuente: ESPUCAL E.S.P.

1.3. Caso de Negocio (Business Case)

Durante los últimos años la Empresa de Servicios Públicos de la Calera (ESPUCAL E.S.P.), ha venido suministrando los servicios de acueducto, Alcantarillado y Aseo para el municipio en mención; con la gestión realizada no se han podido disminuir los costos operacionales (ver tabla 1), debido a los programas de mantenimiento de las redes existentes, una pobre gestión de recuperación de cartera y deficientes programas de recolección de basuras, lo anterior sumado a los sobrecostos producidos por la compra en bloque de agua potable al Acueducto de Bogotá (EAAB), costos que según estudios llegan a superar el 100% del costo propio de producción.

Tabla 3.
Costos operacionales.

RESULTADOS	30/09/2105	2014	2013	2012
TOTAL INGRESOS	2.109.838	2.524.880	2.103.435	2.025.082
TOTAL GASTOS	517.195	589.313	545.665	556.878
TOTAL COSTOS DE VENTAS	1.483.656	1.888.407	1.673.152	1.203.107
RESULTADO OPERACIONAL	108.987	47.160	(115.382)	265.097
OTROS INGRESOS	22.732	10.063	222.851	39.026
OTROS GASTOS	88.513	(3.881)	15.387	4.464
RESULTADO NO OPERACIONAL	(65.781)	61.104	92.082	34.562
UTILIDAD DEL EJERCICIO	43.206	61.104	92.082	299.259

Fuente: Tomado del informe de gestión ESPUCAL 2012-2015.

Este proyecto se enfoca en la elaboración del estudio que garantizara la optimización de las redes y ampliación de la capacidad instalada, para reducir los costos de producción, que al final del ejercicio implicaría mejoras en la rentabilidad y por supuesto mejoras en el servicio, reducir las posibilidades de cambios en las tarifas, que resultarían afectando a los usuarios y por último, aumentando la utilidad al final del ejercicio, la posibilidad de invertir en infraestructura para poder garantizar el suministro de los servicios esenciales a los futuros suscriptores.

1.3.1. Descripción de Alternativas

Para el desarrollo del Proyecto se tuvieron en cuenta las siguientes alternativas de solución a saber:

- Alternativa uno: Aumentar la capacidad instalada (Nueva PTAP y tanque de almacenamiento), para ir disminuyendo la compra de agua en bloque al EAAB y por ende la reducción en los costos operativos.
- Alternativa dos: Aguas subterráneas como fuente alternativa y complementaria de las fuentes actuales.

- Alternativa tres: Contempla las obras de interconexión de la línea de captación de agua cruda de Embalse san Rafael.

1.3.2. Criterios de Selección de Alternativas

- Primer Criterio: que el proyecto cumpla con el aumento de la producción de agua.
- Segundo Criterio: Alternativa costo/beneficio, en donde el costo de inversión no influya directamente en el costo de producción.

1.3.3. Análisis de Alternativas

De acuerdo a las proyecciones de demanda de consumo hacia el 2035, se necesita una producción de 36 L/Seg, es necesario plantear una solución que supla el déficit actual, lo que supone un recurso que incremente la producción en 15 L/Seg, dado que la producción actual tiene un valor aproximado a los 21 L/Seg. Por lo anterior se vio la necesidad de hacer un análisis más detallado de cada alternativa, en el cual se contrastan las debilidades y fortalezas de cada una.

- Alternativa Uno: Pretende ampliar la capacidad de producción con la construcción de una PTAP nueva de 15 L/Seg y así mismo realizar las adecuaciones y mantenimiento de la línea de captación con una longitud aproximada de 300 m, por último, comprende las reparaciones de las filtraciones del tanque de almacenamiento actual.

Tabla 4.
Comparación alternativa uno.

DEBILIDADES	FORTALEZAS
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Alto costo de implementación. ✓ Incremento en la contratación. ✓ Incremento en mantenimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Alta capacidad de producción. ✓ Reducción en gastos de compra. ✓ Reparación de filtraciones del tanque de almacenamiento actual. ✓ Incremento en la atención de suscriptores. ✓ Incremento de la oferta. ✓ No altera el medio ambiente.

Fuente: Construcción de los autores.

- Alternativa dos: Consiste en hacer bombeo de las aguas subterráneas para contar con una alternativa viable, para el abastecimiento contante.

Tabla 5.

Comparación alternativa dos.

DEBILIDADES	FORTALEZAS
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Alto costo de implementación. ✓ Incremento en la contratación. ✓ Incremento en mantenimiento. ✓ Incremento en compras. ✓ Reducción del agua subterránea. ✓ Socavación del suelo. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Alta capacidad de producción. ✓ Incremento en la atención de suscriptores. ✓ Incremento de la oferta. ✓ Alternativas de emergencia.

Fuente: construcción de los autores.

- Alternativa tres: Contempla la conexión de líneas de captación con el embalse San Rafael.

Tabla 6.

Comparación alternativa tres.

DEBILIDADES	FORTALEZAS
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Alto costo de implementación. ✓ Incremento en la contratación. ✓ Incremento en mantenimiento. ✓ Reducción de aguas superficiales. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Alta capacidad de producción. ✓ Reducción en gastos de compra ✓ Incremento en la atención de suscriptores. ✓ Incremento de la oferta. ✓ Recirculación constante.

Fuente: construcción de los autores.

1.3.4. Selección de Alternativa

Con base en la información consignada en las tablas 2, 3 y 4 de comparación para cada alternativa, se define como la mejor alternativa la propuesta número uno, denominada la ampliación de San Lorenzo y que además es la de menor impacto ambiental, dado que tiene la menor cantidad de obra civil.

1.3.5. Justificación del Proyecto

Según el informe generado por ESPUCAL en el periodo 2015- 2019, la Empresa no alcanza a suplir la necesidad de población en el casco urbano y por ende los costos operativos se incrementan por la ampliación de compra de agua en bloque.

Es por lo anterior que se ve en la necesidad de crear un plan de infraestructura de PTAP, para tener un mayor almacenamiento de agua tratada y no depender del servicio de Bogotá e incremento de compra de agua en bloque, reduciendo los costos de producción en acueducto, ampliando la cobertura, cumpliendo y manteniendo la calidad del agua, prestando un servicio continuo como confiable y disminuyendo las pérdidas de esta.

Garantizar un adecuado espacio de funcionamiento para ESPUCAL no es una inversión que beneficie exclusivamente al personal de planta y trabajadores en las diferentes modalidades, es también garantizar una óptima prestación del servicio y atención al cliente. Es importante buscar una relación de beneficio costo al ampliar la capacidad de abastecimiento del recurso, esto pueda generar una mayor rentabilidad para la empresa.

1.3.5.1. Pregunta de sistematización. ¿Qué alternativa puede implementarse para lograr una reducción de costos factible y confiable para la Empresa de servicios públicos de la Calera (ESPUCAL)?

1.3.5.2. Preguntas subsidiarias.

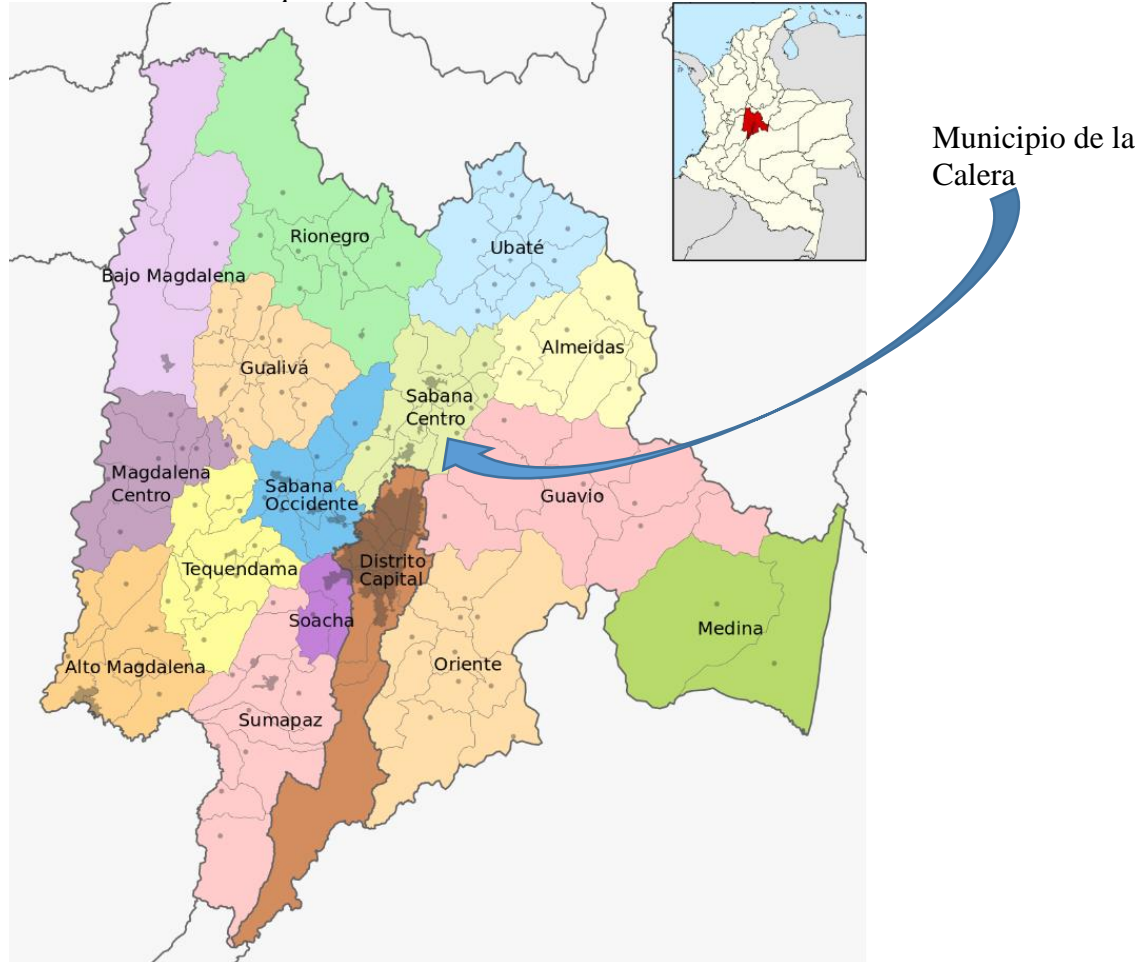
- ¿Cuál es el estado actual en términos de costos y servicios del acueducto de la Calera?
- ¿Qué actividades se pueden implementar, para lograr realizar un estudio de mercado que ponga en evidencia el éxito del trabajo de campo para reducir costos de producción?

1.4. Marco Contextual

1.4.1. Contexto Externo

1.4.1.1. Localización. La Calera, cuyo nombre indígena es Teusaca, es una ciudad y municipio colombiano del departamento de Cundinamarca, ubicado en el occidente de la provincia del Guavio.

Figura 6.
Ubicación del municipio la Calera.



Fuente: Alcaldía la Calera 2020.

1.4.1.2. Geografía. Esta se haya situada al oriente del departamento de Cundinamarca y al noreste de Bogotá. Su cabecera está localizada a los $4^{\circ} 43' 17''$ de latitud norte y $73^{\circ} 58'$ de longitud oeste de Greenwich; con respecto a la ciudad de Bogotá (capital de Colombia) en arco $0^{\circ} 06' 29''$ este.

1.4.1.3. Generalidades.

- EL Municipio de La Calera limita:
 - ✓ Por el norte con los Municipios de Guasca, Sopó y Chía.
 - ✓ Por el oriente con el Municipio de Guasca.

- ✓ Por el occidente con Bogotá.
- ✓ Por el sur con el municipio de Choachí y Bogotá.
- Extensión total: 31.686,06 km² (fuente Acuerdo Municipal 043 de 1999).
- Extensión área urbana: 144.34 km² (fuente Acuerdo Municipal 043 de 1999).
- Extensión área rural: 31.541,72 km² (fuente Acuerdo Municipal 043 de 1999).
- Altitud de la cabecera municipal (metros sobre el nivel del mar): 2.718 msnm.
- Temperatura media: 14 °C.
- Distancia de referencia: 18 kilómetros desde Bogotá.

1.4.1.4. Orografía. El Municipio de La Calera se caracteriza por su ubicación dentro del hermoso valle sobre el río Teusacá. Todo su territorio de sur a norte está surcado por la cordillera oriental que presenta numerosas ramificaciones, entre ellas la de cruz verde que lo cobija por los costados oriental y occidental, dando un aspecto bastante quebrado, alternando valles, colinas y elevaciones, originándose un contraste maravilloso, haciendo que su topografía sea muy admirada por los turistas.

1.4.1.5. Hidrografía. La hidrografía de La Calera pertenece a las Vertientes del Magdalena y Meta. Dos ríos surcan el municipio El Teusacá y El Río Blanco.

- Río Teusacá: Nace en la Laguna del Verjón situada en el cerro de Monserrate y desemboca en el río Funza o Bogotá. Numerosas quebradas aumentan su caudal, siendo las más importantes la del Hato, Marmaja, Cara de perro, Carrizal, Chocolatero, Cirujano, San Isidro, Siecha, Simaya y Aguas Claras.
- Río Blanco: Nace en la laguna de Buitrago en límites con el Municipio de Guasca, recibiendo en su trayecto quebradas bastante caudalosas como son: La Marmaja, La Ramada, Calostros, Jaboncillo que se forma por la unión de las quebradas Chocolatero y

Palacio, además de la quebrada Blanca que recibe en los límites con Choachí. El río Blanco da sus aguas al río Negro en el sitio de la Unión. En la quebrada Jaboncillo se presenta una caída, que podría ser aprovechada para dotar de energía eléctrica a las Veredas de Mundo Nuevo y La Polonia.

1.4.1.6. Geología. La formación de materiales útiles del suelo y el subsuelo de la Sabana de Bogotá y sus alrededores pertenecen a las formaciones del Guaduas. Se divide en tres conjuntos de los cuales el superior está formado de gredas rojizas, azulosas, verdosas y moradas, entre las cuales hay mantos inexplotables de carbón y bancos de areniscas no estables, de grano más o menos grueso.

En el sudoeste de La calera suele haber mantos de carbón hacia la base del conjunto superior, que son explotables. La parte media o productiva contiene los mantos de carbón y se distingue por la presencia de areniscas, de las cuales la superior se denomina "lajosa" y la inferior "la guía". Las arcillas intermedias, grises oscuras son compactas o franjeadas y muchas veces carbonáceas.

1.4.1.7. Transporte. El Municipio cuenta con tres vías de acceso principales:

- Vía Bogotá – Guasca: Desde Bogotá se toma la Avenida Circunvalar a la altura de la Calle 85 en sentido Sur–Norte. Se atraviesa el Peaje Los Patios y se ingresa a la vía administrada por la concesión Perimetral de Oriente de Bogotá S.A.S.
- Vía Sopó – La Calera: También administrada por la POB esta vía conecta el municipio de Sopó con La Calera pasando por el Peaje La Cabaña. Desde Sopó se puede acceder a la Vía Bogotá – Tunja tomando el desvío en Briceño.

- Una carretera no pavimentada que cruza los cerros orientales desde el barrio El Codito de Bogotá en la carrera Séptima (Carrera Séptima a la altura de la calle 187), esta vía desemboca en la Vía Sopó – La Calera al norte del municipio de La Calera.

1.4.1.8. Economía. El Municipio de La Calera basó su economía por muchos años en la explotación minera, con la empresa de Cemento Samper, esta empresa generaba empleo directo e indirecto a cerca de tres mil personas del Municipio. Durante todo el tiempo que permaneció funcionando a toda marcha, ni la población ni los entes encargados de la planeación del Municipio previeron la posibilidad de que terminara sus actividades, de ahí que en el momento que Samper cierra sus plantas, el Municipio no se encontraba preparado para afrontar el desempleo que se generó. Tan grave fue el problema que en la actualidad la economía no se ha reactivado, en gran parte por la falta de políticas serias en cuanto a generación de empleo por parte del ente territorial.

Su economía actual es variada ya que incluye la agricultura tradicional de papa, maíz, cubios, zanahorias, etc. La ganadería de vacunos, caballos, ovejas, cabras, piscicultura de truchas etc. Por otro lado hay una importante explotación minera de piedra caliza y areneras etc., y una industria que incluyó la producción de Cemento (Cementos Samper trasladada en 1998) de la multinacional Cemex, el Agua Manantial de *The Coca Cola Company*.

1.4.1.9. Suministro de acueducto. En los últimos años se han logrado mejorar en gran medida los sistemas de acueducto y se coordinan más esfuerzos para desarrollar este tipo de sistemas. Dicha coordinación se está dando entre entidades como Gobernaciones, Municipios, Ministerios y Corporación Autónoma Regional (CAR). Aun así para el caso del departamento de Cundinamarca y sus 116 Municipios existen deficiencias en los Servicios de Acueducto y Alcantarillado.

Para el Municipio de La Calera en el área urbana el sistema de agua potable es abastecido por ESPUCAL, mediante la compra de agua en bloque a la empresa de EAAB y una captación en la quebrada San Lorenzo.

De la Quebrada San Lorenzo ubicada al oriente del casco urbano, se tiene capacidad de captar 21 L/Seg. por una estructura de fondo, desde la cual el agua es conducida hacia un desarenador, que se encuentra junto a la captación; desde este desarenador se envía el caudal captado por una línea de 10" en tubería de PVC, hasta la PTAP Villa 70 por 6011.94 m.

Figura 7.
Captación Quebrada San Lorenzo.



Fuente: Tomado del Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado 2009.

De esta fuente se abastece al 80% del casco urbano del municipio, el restante 20% es abastecido a través de la compra de agua en bloque a la EAAB del Sistema Wiesner. El tratamiento es realizado por la PTAP Villa 70, la cual es de tipo convencional, con mezcla rápida, medición del agua a tratar, floculación, sedimentación, filtración y dosificación de químicos; esta planta tiene una capacidad de tratamiento nominal estimada de 21 L/Seg. Cuenta con laboratorio para el control de los procesos (Secretaria de Planeación, 2009).

Figura 8.
PTAP Villa 70.



Fuente: Tomado del Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado 2009.

Luego de su tratamiento el agua potable es almacenada en un tanque con capacidad de 300m³, desde donde se abastece por gravedad a la red de distribución de parte del casco urbano. La red proveniente de la compra en bloque a la EAAB (sistema Wiesner) realiza el suministro por una tubería de 10” en acero y 8” en PVC, en la cual se encuentra instalado un macro medidor ultrasónico para medir los volúmenes suministrados; esta fuente cubre los picos de demanda mediante control de presión de servicio y entrega a una presión de 75 mca, de este sistema se abastecen dos sectores (20%), con área de servicio diferenciada, complementándose entre las dos fuentes de producción.

La red de distribución es alimentada por gravedad luego del almacenamiento; ésta posee como materiales predominante el PVC, y los diámetros en la red se encuentran entre 1” y 8”.

1.5. Marco Teórico

Desde principios de la civilización el abastecimiento de agua se hizo cada vez más importante, debido a las costumbres que fue tomando la comunidad, este concepto se toma como

aquel que recoge el agua desde la fuente de captación, que puede ser una naciente u ojo de agua; un pozo o un río y la lleva, a través de tuberías, a cada una de las viviendas o hacia una fuente de uso público. Las fuentes públicas tienen como propósito abastecer a aquellas personas que no tienen agua en su casa.

Este sistema de agua está conformado por diferentes elementos y componentes de la obra física así como las actividades que se realizan para el adecuado tratamiento, almacenamiento y distribución del agua.

Todo este sistema tiene nombre propio, el cual está nombrado como acueducto, que se deriva del latín, de “aquaeductus”, que es fruto de la suma de dos componentes:

- El sustantivo “aqua”, que es sinónimo de “agua”.
- “Ducto”, que deriva del verbo “ducere”, que es equivalente a “guiar”.

El diseño, construcción y administración del acueducto se deben planificar con mucho cuidado para garantizar que el agua que llega a las familias sea agua limpia y apta para el consumo humano.

Aquí es donde se debe conocer que tipos de acueducto existen:

- Acueducto por gravedad: Se trata de aquellos acueductos donde el agua va siempre bajando desde su captación (fuente de agua) hasta su consumo. Como el agua no tiene que subir en ningún momento en este tipo de acueductos no suelen existir bombas. Para su captación suelen utilizarse pequeñas presas para canalizar el agua de las quebradas o bien obras de captación en manantiales situados en lugares elevados. Es usual así mismo que cuando existen pequeñas presas para la captación, también se utilice como reserva de agua.

En este tipo de acueductos, el elemento más característico es la presa, que se construye para contener el agua y asegurar un caudal de agua constante. Así mismo la represa permite

elevar el nivel de las aguas y situar la obra de toma a una altura del fondo que evite que ingresen en las tuberías los sólidos más gruesos (arenas y gravas).

- Acueducto que funciona por bombeo de aguas superficiales: Se trata de aquellos acueductos donde el agua se toma (su fuente de agua) de un río o lago natural, y mediante una bomba se hace llegar hasta un tanque (o una planta de tratamiento si esta existe).

Desde el tanque el agua fluye por gravedad (como el anterior sistema) hasta las llaves en el lugar de consumo. Generalmente muchos elementos de este tipo de sistemas son comunes a los de los acueductos por gravedad, aunque hay algunos específicos muy importantes como es la propia estación de bombeo de agua cruda.

- Acueducto que funciona por bombeo de aguas subterráneas: Se trata de aquellos acueductos donde el agua se toma (su fuente de agua) de un pozo o sondeo profundo y mediante una bomba de tipo sumergible que hace llegar el agua hasta un tanque. Desde dicho tanque el agua fluye por gravedad (como el anterior sistema) hasta los otros elementos del acueducto y finalizando en las llaves del lugar de consumo.

Muchos elementos de este tipo de sistemas son comunes a los de los anteriores acueductos y su única particularidad es que la estación de bombeo se sitúa junto a un pozo y que las bombas sumergibles tienen algunos elementos especiales de protección.

Es evidente que cualquiera de los tres tipos de acueducto antes mencionados, puede ser utilizado para abastecer una comunidad, pero esto depende del tamaño de la población a abastecer, aun así es más que preferido el acueducto que funciona por bombeo de aguas superficiales, debido a sus características y condiciones, además Colombia es un país inmensamente rico en este recurso, lo cual facilita la existencia de este tipo de acueducto.

A pesar de lo anterior, algunos teóricos consideran estos sistemas inviables en término de costos, como lo menciona Valencia, G. (2008):

“las comunidades organizadas han sido olvidadas como alternativa para la provisión de servicios públicos domiciliarios en el actual modelo económico. Se les ve como una anomalía del sistema de mercado, que impide la generalización de la lógica costo-beneficio y pone en riesgo el sistema, pues no actúa de forma rentable y competitiva, ya que “no aprovecha las economías de escala, de alcance y de aglomeración, de las cuales sí disfrutaban las grandes empresas” (p. 84-85).

Es evidente que un acueducto requiere niveles económicos altos para poder mantener su sistema, debido a todas las actividades que son necesarias desarrollar dentro del proceso, además de los gastos que son requeridos para mantener la calidad del mismo servicio.

Pero es aquí donde se debe mencionar a Galán, F. (1998), quien indico que:

“los acueductos comunitarios se han configurado como instancias del trabajo en las que confluyen múltiples actores de la sociedad civil, como organizaciones no gubernamentales ambientalistas; activistas defensores de los derechos económicos, políticos y sociales; familias con necesidades y, en general, un conjunto amplio de trabajo económico-político”.

Y para dar pie a lo anterior es necesario nombrar a Ostrom (2000), quien indica que:

“[...] los individuos deben conocer la estructura del sistema físico del que dependen de manera conjunta sus propios patrones de apropiación y uso, las normas de comportamiento que se siguen en una comunidad, los incentivos que promoverán o no a medida que cambian las reglas y cómo todos estos factores afectarán de manera acumulativa sus beneficios y costos netos a lo largo del tiempo. Los individuos deben calcular los costos de

transacción que implicará la adopción de diversas estrategias en un conjunto de reglas, o bien, su modificación” (p. 100).

Es así que en el costo de producción de un acueducto viene enmarcado no solo a lo que se produce, sino también al servicio que se ofrece.

1.6. Marco Conceptual

- **Agua Potable:** Agua potable es el agua utilizada para los fines domésticos y la higiene personal, así como para beber y cocinar; Uno tiene acceso al agua potable si la fuente de la misma se encuentra a menos de 1 kilómetro de distancia del lugar de utilización y si uno puede obtener de manera fiable al menos 20 litros diarios para cada miembro de la familia; Agua potable salubre es el agua cuyas características microbianas, químicas y físicas cumplen con las pautas de la OMS o los patrones nacionales sobre la calidad del agua potable.
- **Agua en Bloque:** El concepto de agua en bloque fue definido después de la expedición de la Ley 142 de 1994, a través del Decreto Reglamentario 302 de 2000, el cual en su artículo 3.461 lo definió como el servicio que se presta a entidades que distribuyen y/o comercializan agua a distintos tipos de usuarios (Contraloría de Bogotá, 2012).
- **Costos de Producción:** Los costos de producción (también llamados costos de operación) son los gastos necesarios para mantener un proyecto, línea de procesamiento o un equipo en funcionamiento. En una compañía estándar, la diferencia entre el ingreso (por ventas y otras entradas) y el costo de producción indica el beneficio bruto. Esto significa que el destino económico de una empresa está asociado con: el ingreso (por ej., los bienes vendidos en el mercado y el precio obtenido) y el costo de producción de los bienes vendidos. Mientras que el ingreso, particularmente el ingreso por ventas, está asociado al

sector de comercialización de la empresa, el costo de producción está estrechamente relacionado con el sector tecnológico; en consecuencia, es esencial que el tecnólogo pesquero conozca de costos de producción. (FAO).

- **Sistema de Acueducto:** El acueducto es un sistema o conjunto de sistemas de irrigación, que permite transportar agua en forma de flujo continuo desde un lugar en el que ésta es accesible en la naturaleza, hasta un punto de consumo distante. Cualquier asentamiento humano, por pequeño que sea, necesita disponer de un sistema de aprovisionamiento de agua que satisfaga sus necesidades vitales (disponible desde world web wide <http://garrynevill.blogspot.com/2010/04/definicion-de-acueducto-y.html>)
- **Inversión:** Existen distintas definiciones de inversión que han dado prestigiosos economistas. Entre ellas, podemos citar por ejemplo, la de Tarragó Sabaté que dice que la inversión consiste en la aplicación de recursos financieros a la creación, renovación, ampliación o mejora de la capacidad operativa de la empresa
- **Infraestructura:** La infraestructura es, para Karl Marx, la base material en la que está sentada la sociedad, que incluye, en pocas palabras, a la economía: las fuerzas y las relaciones de producción. Desde allí se sostiene la estructura social, y más arriba la superestructura, que dependen también de la infraestructura y donde se encontraría por ejemplo, la vida cultural e ideológica. Sin embargo, existen otras acepciones para el término, como cuando nos queremos referir a la construcción edilicia, entonces decimos que “se han hecho inversiones en infraestructura”.

1.7. Marco Legal

La Empresa de Servicios Públicos de La Calera ESPUCAL, fue creada mediante acuerdo municipal número 041 de 1996 dando cumplimiento a los lineamientos establecidos en la Ley 142

de 1994 (Ley de Servicios Públicos Domiciliarios). A continuación, se presentan las normas que rigen su actuar:

Tabla 7.
Normatividad.

NORMATIVIDAD		
NORMA	FECHA	DESCRIPCION
Ley 1151	2007	Incorporó como una de sus líneas de acción la denominada Gestión Integral del Recurso Hídrico (GIRH).
Ley 788	2002	Por la cual se expiden normas en materia tributaria y penal del orden nacional y territorial; y se dictan otras disposiciones. Artículo 104. Descuento tributario para empresas de servicios públicos domiciliarios que presten los servicios de acueducto y alcantarillado.
Ley 689	2001	Por la cual se modifican parcialmente las Leyes 142 de 1994.
Ley 632	2000	Por la cual se modifican parcialmente las Leyes 142 y 143 de 1994, 223 de 1995 y 286 de 1996.
Ley 373	1997	Por la cual se establece el Programa del uso eficiente y ahorro del agua.
Ley 286	1996	Por la cual se modifican parcialmente las Leyes 142 y 143 de 1994.
Ley 142	1994	Establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios, así como de actividades que realicen las personas que los presten.
Ley 99	1993	Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones.
Decreto 3930	2011	Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo 11 del Título VI-Parte 11I- Libro 11 del Decreto - Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones
Decreto 1324	2007	Por el cual se crea el registro de usuarios del recurso hídrico y se dictan otras disposiciones.
Decreto 1323	2007	Por el cual se crea el Sistema de Información del Recurso Hídrico (SIRH).
Decreto 4742	2005	Por el cual se modifica el artículo 12 del Decreto 155 de 2004 mediante el cual se reglamenta el artículo 43 de la Ley 99 de 1993 sobre tasas por utilización de aguas
Decreto 3100	2003	Por medio del cual se reglamentan las tasas retributivas por la utilización directa del agua.
Decreto 155	2004	Por el cual se reglamenta el artículo 43 de la Ley 99 de 1993 sobre tasas por utilización de aguas y se adoptan otras disposiciones y sus modificaciones.
Decreto 3100	2003	Por medio del cual se reglamentan las tasas retributivas por la utilización directa del agua como receptor de los vertimientos puntuales y se toman otras determinaciones y sus modificaciones.
Resolución 2125	2007	Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano
Resolución 2145	2005	Por la cual se modifica parcialmente la Resolución 1433 de 2004 sobre Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, PSMV.

Resolución 1433	2004	Planes de saneamiento y manejo de vertimientos, PSMV, y sus modificaciones.
Resolución 865	2004	Por la cual se adopta la metodología para el cálculo del índice de escasez para aguas superficiales a que se refiere el Decreto 155 de 2004 y se adoptan otras disposiciones.
Resolución 240	2004	Por la cual se definen las bases para el cálculo de la depreciación y se establece la tarifa mínima de la tasa por utilización de aguas.
Acuerdo Municipal N°041	1994	Ley de Servicios Públicos Domiciliarios

Fuente: construcción de los autores.

1.8. Marco Metodológico

Este proyecto se realiza bajo los lineamientos de la guía de dirección de proyectos del *Project Management Institute (PMI)*, la cual es llamada guía de *Project Management Body of Knowledge (PMBOK)*, que establece un criterio de buenas prácticas relacionadas con la gestión, la administración y la dirección de proyectos mediante la implementación de técnicas y herramientas que permiten identificar un conjunto de 47 procesos, distribuidos a su turno en 5 macroprocesos generales, los cuales llamaremos fases:

1. Inicio: conformado por 2 procesos menores, cuyo fin es definir un nuevo proyecto o una nueva fase de ejecución del mismo, y obtener la autorización necesaria para llevarlo a cabo.
2. Planificación: este macroproceso incluye 24 procesos destinados a la concreción y el establecimiento de objetivos, y al diseño de las estrategias más adecuadas para lograr su consecución.
3. Ejecución: incluye 8 procesos implicados en el correcto desempeño, acorde a la estrategia adoptada, de las actividades definidas en el proyecto para la consecución de los fines establecidos.
4. Control y monitorización: once procesos se inscriben en este macroproceso, todos ellos relacionados con la supervisión y la evaluación del desempeño del proyecto.

5. Cierre: último macroproceso, formado por dos procesos menores, que cierra el proyecto en su totalidad o alguna fase del mismo refiriendo el grado de aceptación y la satisfacción con el resultado obtenido.

Aun enumerando las fases anteriores, es vital indicar que solo está basado en los 5 macroprocesos, mas no en especificar los 47 procesos que definirían en total cualquier proyecto.

Según el PMI, entre las ventajas que aporta esta metodología se encuentran por un lado el prestigio, el reconocimiento, el posicionamiento, el conocimiento, el manejo de un idioma común, una metodología, unas pautas de trabajo, y por otro lado, el recibimiento de más y mejores ofertas para el profesional, la posibilidad de ampliar sectores, una mejora del beneficio y del rendimiento y un ahorro de tiempo.

La metodología empleada está basada en estudios estadísticos que correlacionan la población futura y sus necesidades en contraste con la capacidad de producción actualmente, así mismo se evidencia que no solo la capacidad instalada hoy en día es insuficiente con respecto a la producción o suministro de agua potable, sino también al descargue y tratamiento de aguas servidas.

1.8.1. Enfoque de Investigación

La investigación está enfocada en hacer el estudio que identificara la generación de una mayor rentabilidad a la empresa ESPUCAL y que no atente con ninguna de las premisas expuestas en la misión y visión de la empresa, ni contra las especificaciones exigidas por ley.

Después de todo lo referenciado, es imposible no indicar que para la investigación cuantitativa que se ha mencionado en la metodología del proyecto, este se basó en el método analítico el cual, para Lopera J. et al (2010), es un camino para llegar a un resultado mediante la descomposición de un fenómeno en sus elementos constitutivos.

Pero también hay que plantear que son múltiples y muy diversas las especies de análisis, que se señalan por la naturaleza de lo analizado: análisis material, o partición, análisis químico o descomposición, análisis matemático o clasificación, análisis lógico y racional o distinción, análisis literario o crítica de los elementos de belleza (Montaner y Simón, 1887, p. 133).

Es a partir de este método que se da el análisis de los costos de operación del acueducto, para así demostrar que la reducción de estos es completamente factible, ya sea para el beneficio de los usuarios o para el éxito de la empresa ESPUCAL, que en realidad es la finalidad de este proyecto.

1.8.2. Tipo de Investigación

Debido a la naturaleza de la tesis, es indispensable tener una investigación cuantitativa, la cual es un modelo de exploración basado en el paradigma positivista, cuyo propósito es hallar leyes generales que expliquen la naturaleza de su objeto de estudio a partir de la observación, la comprobación y la experiencia. Esto es, a partir del análisis de resultados experimentales que arrojan representaciones numéricas o estadísticas verificables.

Hernández, Baptista y Fernández (2010), por su lado la definen también como “un conjunto de procesos sistemáticos, críticos y empíricos que se aplican al estudio de un fenómeno”.

Para comprender mejor este tipo de investigación se debe tener en cuenta algunas características nombradas por el Centro Virtual Cervantes:

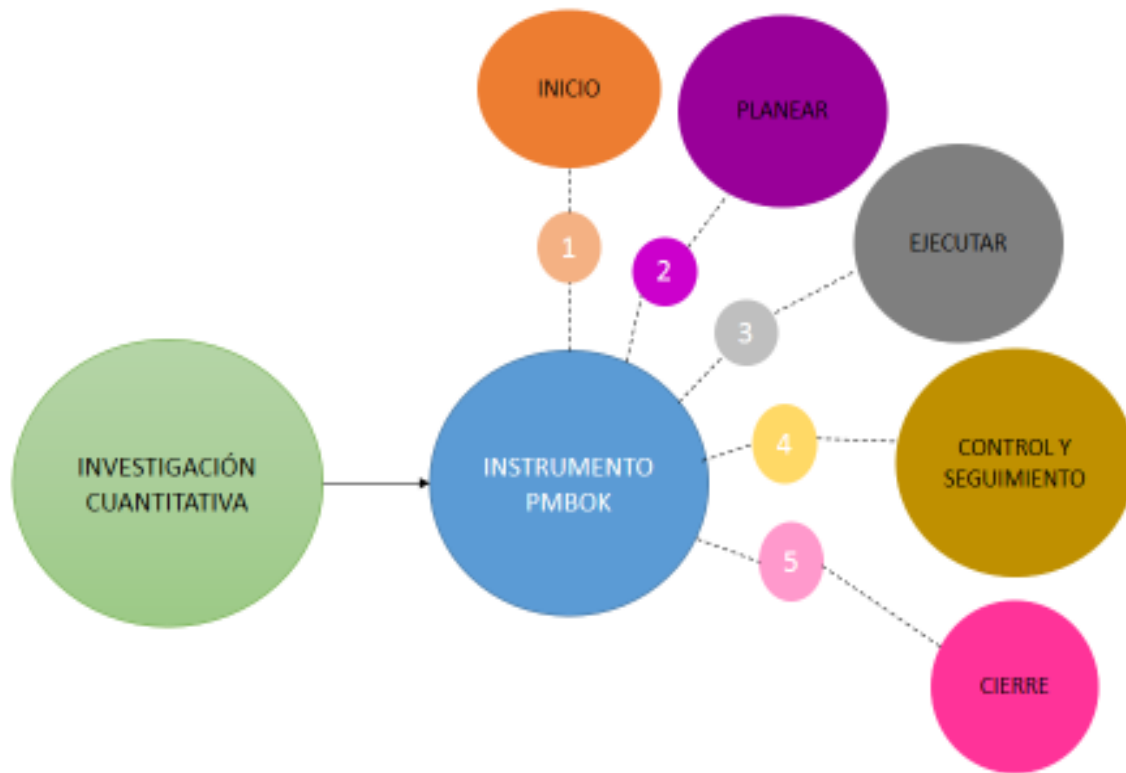
- Se basa en el enfoque positivista.
- Establece una distancia entre el sujeto y el objeto de estudio para garantizar la objetividad; el sujeto no puede ser parte involucrada del fenómeno ni puede interactuar.
- Parte de la formulación de una hipótesis a comprobar, derivada del conocimiento de teorías previas.

- Diseña y aplica instrumentos de medición para obtener datos verificables, los cuales ha de interpretar posteriormente (experimentos, encuestas, muestreo, cuestionarios cerrados, estadísticas, etc.).
- Su objetivo es hallar leyes generales que expliquen los fenómenos estudiados.
- Su procedimiento es deductivo. De la hipótesis pasa a la operacionalización de variables, luego recolecta datos, los procesa y, finalmente, los interpreta a la luz de las teorías esgrimidas.

Esta investigación está totalmente situada en cinco fases, las cuales podemos comparar y fusionar con los macroprocesos a utilizar en el instrumento *PMBOK*, debido a que son completamente compatible y se asume en una mista estructura:

- **Fase conceptual o inicial:** delimitación del problema, construcción del marco teórico y formulación de la hipótesis.
- **Fase de planificación y diseño:** detección de muestras, técnicas y estrategias para elaborar el diseño de la investigación. Implica elaborar un estudio piloto.
- **Fase empírica o de ejecución:** recolección de los datos obtenidos tras la aplicación de experimentos o instrumentos de medición.
- **Fase analítica o de control y seguimiento:** análisis e interpretación de los datos.
- **Fase de difusión o de cierre:** divulgación de las conclusiones y observaciones.

Figura 9.
Esquema metodológico.



Fuente: construcción de los autores.

1.8.3. Herramientas para la Recolección de Información

Se usaron las siguientes herramientas para hacer búsqueda y recolección de información válida para esta investigación:

- Sitios web con información de los procesos involucrados.
- Estudios socio-económicos del municipio.
- Datos operacionales y de Gestión ofrecidos por el municipio.
- Datos históricos sobre los consumos del municipio.
- Datos presupuestales del proyecto de tratamiento ejecutado anteriormente.
- Datos estadísticos de proyección de población y consumo.

1.8.4. Técnicas

De acuerdo a la metodología y su tipo de investigación, este proyecto será enfocado en tres técnicas:

- **Revisión documental:** empieza desde el momento en que se piensa el tema a investigar, entre esta se encuentran los documentos científicos, revistas, tesis de grado, artículos, textos, entre otros.
- **Trabajo de campo:** comprometiéndose totalmente la observación directa del objeto de estudio, la cual busco extraer la mayor cantidad de información en el lugar mismo. Esto tiene lugar en el momento de revisar el proyecto a implementar.
- **Exploración:** se da en el mismo momento del trabajo de campo, en donde se revisó los datos estadísticos y la factibilidad del proyecto.

1.8.5. Fuentes de Información

La fuente de información más utilizada, debido a la naturaleza de la investigación han sido los informes del acueducto la Calera, así como también su página web, en donde se encuentran consignados los precios de servicios, informes de gestión, estados financieros, entre otros.

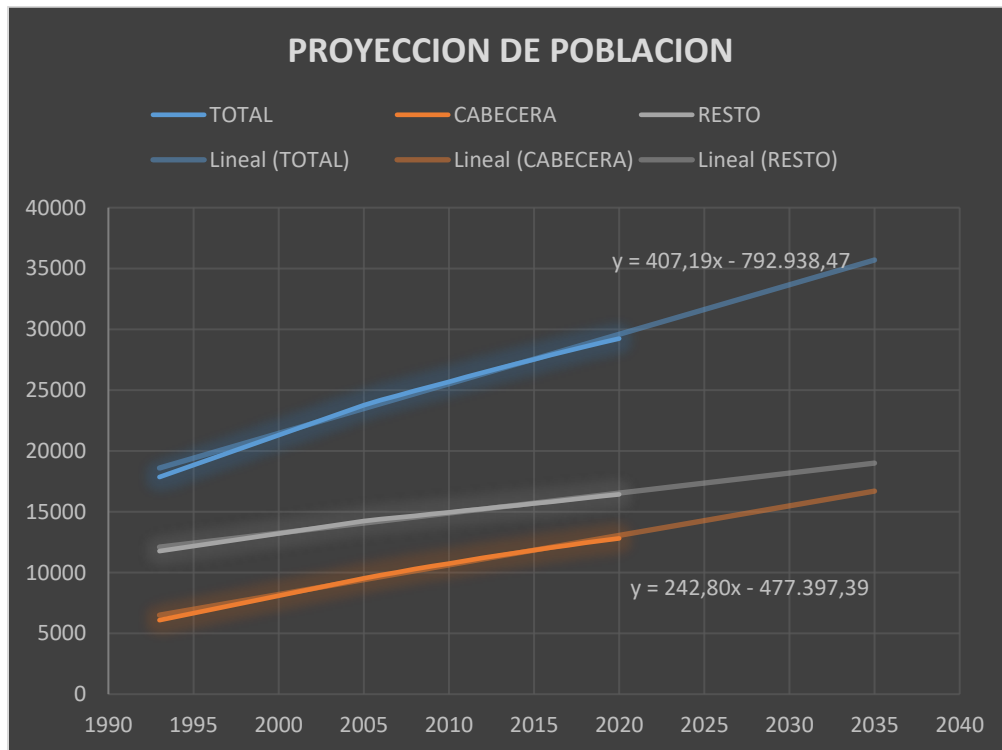
2. Estudios y Evaluaciones

2.1. Estudio de Mercado

Para poder dimensionar a lo que es necesario llegar, es preciso indicar que la cuestión del estudio es la demostración de factibilidad de una reducción en los costos operativos del servicio, debido a que es necesario ampliar el suministro de agua en el municipio la calera.

2.1.1. Población

Para el análisis de la información sobre la Población y sus proyecciones, se toman como base los datos realizadas por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), las cuales tienen proyecciones hasta el año 2020, y basados en estas, se realizan extrapolaciones, de acuerdo a la línea de tendencia, para obtener datos para el año 2035.



Gráfica 1.

Proyección de la población - la Calera

Fuente: Resultados y Proyecciones (2005-2020) del Censo 2005 – DANE

Tabla 8.
Proyección de población.

AÑO	POBLACION (Habitantes)		
	TOTAL	CABECERA	RESTO
1993	17852	6087	11765
2005	23,768	9,520	14,248
2006	24,175	9,783	14,392
2007	24,557	10,032	14,525
2008	24,943	10,278	14,665
2009	25,319	10,517	14,802
2010	25,688	10,749	14,939
2011	26,077	10,985	15,092
2012	26,449	11,211	15,238
2013	26,810	11,428	15,382
2014	27,169	11,641	15,528
2015	27,527	11,849	15,678
2016	27,878	12,051	15,827
2017	28,225	12,248	15,977
2018	28,568	12,441	16,127
2019	28,908	12,629	16,279
2020	29,235	12,809	16,426
2021	29992	13301	16691
2022	30399	13544	16855
2023	30806	13787	17019
2024	31214	14029	17185
2025	31621	14272	17349
2026	32028	14515	17513
2027	32435	14758	17677
2028	32842	15001	17841
2029	33250	15243	18007
2030	33657	15486	18171
2031	34064	15729	18335
2032	34471	15972	18499
2033	34878	16215	18663
2034	35285	16457	18828
2035	35693	16700	18993

Fuente: Tomado del DANE

2.1.2. Dimensionamiento Demanda

De acuerdo a los datos proyectados de población y teniendo en cuenta a su vez, las suscripciones de cada uno de los servicios, se procede a proyectar dichas suscripciones para poder calcular de la misma forma, las cuentas nuevas que tendría que asumir el servicio triple A que ofrece la empresa de Servicios Públicos ESPUCAL.

Tabla 9.
Suscriptores urbanos.

AÑO/SERVICIO	ACUEDUCTO	ALCANTARILLADO	ASEO
2015	3576	3587	3680
2016	3996	4003	4107
2017	4400	4413	4513
2018	4798	4806	4895
2019	4969	5220	5078

Fuente: Tomado del informa de gestión ESPUCAL 2016-2019



Gráfica 2.

Suscriptores por servicio.

Fuente: Tomado del informa de gestión ESPUCAL 2016-2019.

De esta misma forma se debe revisar, que dentro de todo este sistema, el servicio está dividido por estratos y usos, en donde se observan los niveles de estratificación 1, 2, 3 y 4, pero por otro lado se verifican tres usos distintos, el comercial, oficial e industrial, diferenciando a todos estos el tamaño de la demanda, como del mismo precio.

Es así como se presentan la tabla 10, correspondiente al servicio de acueducto y la tabla 11, que se centra en el servicio de alcantarillado.

Tabla 10.
Evolución usuarios acueducto por estrato.

CONSUMO	HISTORICOS			
	2016	2017	2018	2019
ACUEDUCTO	NOV-DIC	NOV-DIC	NOV-DIC	NOV-DIC
Estrato 1	39	30	29	29
Estrato 2	2119	2523	2853	2984
Estrato 3	929	939	930	955
Estrato 4	565	552	602	609
COMERCIAL	297	314	324	331
OFICIAL	37	34	50	50
INDUSTRIAL	10	8	10	11
TOTALES	3996	4400	4798	4969

Fuente: Informe de Gestión ESPUCAL 2016 – 2019

Tabla 11.
Evolución usuarios alcantarillado por estrato.

CONSUMO	HISTORICOS			
	2016	2017	2018	2019
ALCANTARILLADO	NOV-DIC	NOV-DIC	NOV-DIC	NOV-DIC
Estrato 1	40	31	30	30
Estrato 2	2150	2560	2888	3150
Estrato 3	917	927	918	980
Estrato 4	550	539	588	616
COMERCIAL	298	314	321	360
OFICIAL	37	34	51	72
INDUSTRIAL	11	8	10	12
TOTALES	4003	4413	4806	5220

Fuente: Informe de Gestión ESPUCAL 2016 – 2019

Por lo anterior analizado, es importante identificar que los suscriptores son más en el servicio de alcantarillado, pese a que debería ser un servicio unificado, también se presenta como un elemento individual, en realidad la diferencia en número es poca, pero puede observarse que con el paso de los años se van sumando usuarios al acueducto, es así como se debe dar una proyección, para delimitar el ascenso de datos a tiempo estimado.

Lo anterior permite indicar entonces, que las proyecciones se dan hasta el 2035, anteriormente solo se analizaban los servicios de acueducto y alcantarillado, pero debido a la aparición del servicio de aseo, se abre una proyección de los tres términos, la tabla 12 corresponde al servicio de acueducto, la tabla 13 analiza el servicio de alcantarillado y por último, la tabla 14 corresponde al servicio nuevo de aseo.

Tabla 12.*Proyección de Suscriptores Acueducto.*

SUSCRIPTORES	PROYECCIONES			
	2020	2025	2030	2035
ACUEDUCTO				
<i>Residenciales</i>	4277	5351	6428	7502
Estrato 1	37	36	36	35
Estrato 2	2579	3309	4040	4770
Estrato 3	979	1068	1157	1246
Estrato 4	682	938	1195	1451
COMERCIAL	319	359	400	440
INDUSTRIAL	86	133	181	228
OFICIAL	10	15	20	25
T. Suscriptores	4692	5858	7029	8195

Fuente: Informe de Gestión ESPUCAL 2016 – 2019.

Tabla 13.*Proyección de Suscriptores Alcantarillado.*

SUSCRIPTORES	PROYECCIONES			
	2020	2025	2030	2035
ALCANTARILLADO				
<i>Residenciales</i>	4261	5359	6459	7557
Estrato 1	39	40	41	42
Estrato 2	2626	3369	4112	4855
Estrato 3	974	1069	1165	1260
Estrato 4	622	881	1141	1400
COMERCIAL	326	370	414	458
INDUSTRIAL	86	133	181	228
OFICIAL	10	15	20	25
T. Suscriptores	4683	5877	7074	8268

Fuente: Informe de Gestión ESPUCAL 2016 – 2019.

Tabla 14.
Proyección de Suscriptores Aseo.

SUSCRIPTORES	PROYECCIONES			
	2020	2025	2030	2035
<i>ASEO</i>				
Residenciales	4334	5431	6531	7628
Estrato 1	38	37	37	36
Estrato 2	2692	3448	4205	4961
Estrato3	985	1086	1187	1288
Estrato 4	619	860	1102	1343
COMERCIAL	318	351	385	418
INDUSTRIAL	117	184	252	319
OFICIAL	10	15	20	25
TOTAL Suscriptores	4779	5981	7188	8390

Fuente: Informe de Gestión ESPUCAL 2016 – 2019.

2.1.3. Dimensionamiento Oferta

La cantidad de agua producida y consumida, según los datos contenidos en la Tabla 15, indican que el municipio se encuentra produciendo actualmente (incluida la compra de agua en bloque a la EAAB) 34 L/Seg equivalentes a 787.890 m³/año, con los datos suministrados por la oficina de servicios públicos se encuentra que las pérdidas de agua se hallan en el 31%, porcentaje que en gran medida es absorbido por la Empresa de Acueducto de Bogotá.

Sin la entrada del proyecto, el siguiente cuadro muestra el comportamiento de los consumos y los porcentajes asumidos por cada proceso de producción.

Tabla 15.
Comportamiento de la oferta.

AÑO	Consumo Real		PRODUCCIÓN PTAP			COMPRA EAAB		
	m3/año	L/seg	Teórico L/seg	Perdidas	Perdidas	Real L/seg	SALDO	% EAAB
2015	478412	15.17	21	31.48%	6.61	14.39	0.78	5.12%
2016	708456	22.46	21	31.48%	7.07	13.93	8.53	37.97%
2017	728312	23.09	21	31.48%	7.27	13.73	9.36	40.52%
2018	748173	23.72	21	31.48%	7.47	13.53	10.18	42.94%
2019	768029	24.35	21	31.48%	7.66	13.34	11.01	45.23%
2020	787890	24.98	21	31.48%	7.86	13.14	11.84	47.40%
2021	807746	25.61	21	31.48%	8.06	12.94	12.67	49.47%
2022	827606	26.24	21	31.48%	8.26	12.74	13.49	51.43%
2023	847949	26.88	21	31.48%	8.46	12.54	14.34	53.35%
2024	868294	27.52	21	31.48%	8.66	12.34	15.19	55.19%
2025	888637	28.17	21	31.48%	8.87	12.13	16.04	56.93%
2026	908982	28.81	21	31.48%	9.07	11.93	16.89	58.60%
2027	929324	29.46	21	31.48%	9.27	11.73	17.73	60.20%
2028	949670	30.10	21	31.48%	9.48	11.52	18.58	61.72%
2029	970012	30.75	21	31.48%	9.68	11.32	19.43	63.19%
2030	990358	31.39	21	31.48%	9.88	11.12	20.28	64.59%
2031	1010700	32.04	21	31.48%	10.09	10.91	21.13	65.94%
2032	1031045	32.68	21	31.48%	10.29	10.71	21.97	67.23%
2033	1051388	33.33	21	31.48%	10.49	10.51	22.82	68.47%
2034	1071733	33.97	21	31.48%	10.69	10.31	23.67	69.67%
2035	1092076	34.62	21	31.48%	10.90	10.10	24.52	70.82%

Fuente: construcción de los autores.

2.1.4. Competencia – Precios

El estudio de mercado obedece a la proyección de futuros clientes, provenientes en su gran mayoría de los nuevos proyectos de construcción del municipio en la zona urbana, lo que genera un mayor esfuerzo administrativo para ESPUCAL E.S.P. El notable incremento de suscriptores obedece a la independización del servicio, edificación para nuevos inmuebles y la ejecución de nuevos proyectos como lo fueron: Altos de Siberia, Senderos del Teusacá, Tramontana, entre otros. Es allí donde los esfuerzos de la Alcaldía y la Empresa de servicios Públicos deben concentrar esfuerzos para lograr atender y suministrar los servicios AAA, bajo los parámetros exigidos en la

ley 142 de 1994, en la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios, en ella la intervención del estado obliga a: garantizar la calidad del bien objeto del servicio público y su disposición final, ampliación permanente de la cobertura, atención prioritaria de las necesidades básicas insatisfechas en materia de agua potable y saneamiento básico, prestación continua e ininterrumpida sin excepción alguna, prestación eficiente, libertad de competencia y no utilización abusiva de la posición dominante, mecanismos que garanticen a los usuarios el acceso a los servicios y establecer un régimen tarifario proporcional para los sectores de bajos ingresos, así mismo de acuerdo con la ley 60 de 1993, se debe disponer el otorgamiento de subsidios a los usuarios de menores ingresos, con cargo al presupuesto del municipio.

De acuerdo a esta ley, el régimen tarifario de los servicios públicos domiciliarios debe orientarse a que la tarifa cobrada refleje los costos económicos del servicio y que no traslade a los usuarios el costo de una gestión ineficiente.

Tabla 16.

Factores máximos de subsidios y sobrepagos aplicables a las tarifas por estratos.

Estrato	Cargo fijo	Costo consumo Básico	Costo consumo Complementario	Costo consumo Suntuario
1	CMA X 0.30	CMLP X 0.30	CMLP	CMLP
2	CMA X 0.60	CMLP X 0.60	CMLP	CMLP
3	CMA X 0.85	CMLP X 0.85	CMLP	CMLP
4	CMA	CMLP	CMLP	CMLP
5	CMA X 1.20	CMLP X 1.20	CMLP X 1.20	CMLP X 1.20
6	CMA X 1.20	CMLP X 1.20	CMLP X 1.20	CMLP X 1.20
comercial e industrial	CMA X 1.20	CMLP X 1.20	Para estos usuarios solo hay un bloque de consumo	
Oficial y especial	CMA	CMLP	Para estos usuarios solo hay un bloque de consumo	

Fuente: Informe de Gestión ESPUCAL 2012 – 2015.

Los factores máximos de los subsidios se obtienen así:

- $0.30 = (1-0.70) =$ Factor de subsidio para estrato 1.
- $0.60 = (1-0.40) =$ Factor de subsidio para estrato 2.
- $0.85 = (1-0.15) =$ Factor de subsidio para estrato 3.

- El factor máximo de sobreprecio a los usuarios de los estratos 5 y 6 y a los usuarios comerciales e industriales se obtiene así: $1.20 = (1 + 0.20)$.

2.1.5. Punto Equilibrio Oferta – Demanda

Con los datos obtenidos de demanda y consumo, es posible realizar proyecciones de costos para poder evidenciar la necesidad de la entrada del nuevo proyecto, para poder generar una mayor rentabilidad a la empresa y por consiguiente que no atente con ninguna de las premisas expuestas en la misión y visión de la empresa, ni contra las especificaciones exigidas por ley.

Con la entrada del proyecto, se incluyen los requisitos de disminuir las pérdidas a valores admisibles por debajo del 30% y se aumenta la capacidad de producción al doble del actual (36 L/seg), para poder atender la demanda proyectada y de esta forma no incurrir en sobrecostos por la compra de agua en bloque al Acueducto de Bogotá (EAAB).

Tabla 17.*Análisis sin la entrada del proyecto.*

AÑO	CONSUMO REAL		PRODUCCIÓN PTAP				COMPRA EAAB	COSTO \$10 ⁶ /año	ESPUCAL \$10 ⁶ /año	EAAB \$10 ⁶ /año	COSTO \$10 ⁶ /año			
	m ³ /año	Lt/seg	Teórico Lt/seg	% Perdidas	Perdidas	Real Lt/seg	SALDO	% EAAB	Teórico	\$ 790.000	\$ 1.031,15	Real anual	Sobreco sto anual	%
2015	478.412	15,17	21	31,48%	6,61	14,39	0,78	5,12%	\$ 377,95	\$ 358,60	\$ 25,26	\$ 383,85	\$ 5,91	1,56%
2016	708.456	22,46	21	31,48%	7,07	13,93	8,53	37,97%	\$ 559,68	\$ 347,16	\$ 277,40	\$ 624,55	\$ 64,87	11,59%
2017	728.312	23,09	21	31,48%	7,27	13,73	9,36	40,52%	\$ 575,37	\$ 342,22	\$ 304,32	\$ 646,54	\$ 71,17	12,37%
2018	748.173	23,72	21	31,48%	7,47	13,53	10,18	42,94%	\$ 591,06	\$ 337,28	\$ 331,24	\$ 668,52	\$ 77,47	13,11%
2019	768.029	24,35	21	31,48%	7,66	13,34	11,01	45,23%	\$ 606,74	\$ 332,34	\$ 358,16	\$ 690,50	\$ 83,76	13,81%
2020	787.790	24,98	21	31,48%	7,86	13,14	11,84	47,40%	\$ 622,43	\$ 327,40	\$ 385,09	\$ 712,49	\$ 90,06	14,47%
2021	807.746	25,61	21	31,48%	8,06	12,94	12,67	49,47%	\$ 638,12	\$ 322,46	\$ 412,01	\$ 734,47	\$ 96,35	15,10%
2022	827.606	26,24	21	31,48%	8,26	12,74	13,49	51,43%	\$ 653,81	\$ 317,52	\$ 438,94	\$ 756,46	\$ 102,65	15,70%
2023	847.949	26,88	21	31,48%	8,46	12,54	14,34	53,35%	\$ 669,88	\$ 312,47	\$ 466,52	\$ 778,98	\$ 109,10	16,29%
2024	868.294	27,52	21	31,48%	8,66	12,34	15,19	55,19%	\$ 685,95	\$ 307,41	\$ 494,10	\$ 801,50	\$ 115,55	16,85%
2025	888.637	28,17	21	31,48%	8,87	12,13	16,04	56,93%	\$ 702,02	\$ 302,35	\$ 521,68	\$ 824,03	\$ 122,00	17,38%
2026	908.982	28,81	21	31,48%	9,07	11,93	16,89	58,60%	\$ 718,10	\$ 297,29	\$ 549,26	\$ 846,55	\$ 128,45	17,89%
2027	929.324	29,46	21	31,48%	9,27	11,73	17,73	60,20%	\$ 734,17	\$ 292,23	\$ 576,84	\$ 869,07	\$ 134,90	18,37%
2028	949.670	30,10	21	31,48%	9,48	11,52	18,58	61,72%	\$ 750,24	\$ 287,17	\$ 604,42	\$ 891,59	\$ 141,35	18,84%
2029	970.012	30,75	21	31,48%	9,68	11,32	19,43	63,19%	\$ 766,31	\$ 282,11	\$ 632,00	\$ 914,11	\$ 147,80	19,29%
2030	990.358	31,39	21	31,48%	9,88	11,12	20,28	64,59%	\$ 782,38	\$ 277,05	\$ 659,59	\$ 936,64	\$ 154,25	19,72%
2031	1.010.700	32,04	21	31,48%	10,09	10,91	21,13	65,94%	\$ 798,45	\$ 271,99	\$ 687,17	\$ 959,16	\$ 160,70	20,13%
2032	1.031.045	32,68	21	31,48%	10,29	10,71	21,97	67,23%	\$ 814,53	\$ 266,93	\$ 714,75	\$ 981,68	\$ 167,15	20,52%
2033	1.051.388	33,33	21	31,48%	10,49	10,51	22,82	68,47%	\$ 830,60	\$ 261,87	\$ 742,33	\$ 1.004,20	\$ 173,60	20,90%
2034	1.071.733	33,97	21	31,48%	10,69	10,31	23,67	69,67%	\$ 846,67	\$ 256,81	\$ 769,91	\$ 1.026,72	\$ 180,06	21,27%
2035	1.092.076	34,62	21	31,48%	10,90	10,10	24,52	70,82%	\$ 862,74	\$ 251,75	\$ 797,49	\$ 1.049,25	\$ 186,51	21,62%

Fuente: construcción de los autores.

Tabla 18.*Análisis con la entrada del proyecto.*

AÑO	CONSUMO REAL		PRODUCCIÓN PTAP			COMPRA EAAB		COSTO \$10^6/año		ESPUCAL \$10^6/año	EAAB \$10^6/año	COSTO \$10^6/año		
	m³/año	Lt/seg	Teórico Lt/seg	% Perdidas	Perdidas	Real Lt/seg	SALDO	% EAAB	Teórico	\$ 790.000	\$ 1.031,15	Real anual	Sobrecosto anual	%
2015	478.412	15,17	21	31,48%	6,61	14,39	0,78	5,12%	\$ 377,95	\$ 358,60	\$ 25,26	\$ 383,85	\$ 5,91	1,56%
2016	708.456	22,46	21	31,48%	7,07	13,93	8,53	37,97%	\$ 559,68	\$ 347,17	\$ 277,40	\$ 624,55	\$ 64,87	11,59%
2017	728.312	23,09	21	31,48%	7,27	13,73	9,36	40,52%	\$ 575,37	\$ 342,22	\$ 304,32	\$ 646,54	\$ 71,17	12,37%
2018	748.173	23,72	21	30,00%	7,12	13,88	9,83	41,46%	\$ 591,06	\$ 346,03	\$ 319,83	\$ 665,85	\$ 74,80	12,65%
2019	768.029	24,35	36	30,00%	7,30	28,70	0,00	0,00%	\$ 606,74	\$ 606,74	\$ 0,00	\$ 606,74	\$ 0,00	0,00%
2020	787.890	24,98	36	30,00%	7,49	28,51	0,00	0,00%	\$ 622,43	\$ 622,43	\$ 0,00	\$ 622,43	\$ 0,00	0,00%
2021	807.746	25,61	36	30,00%	7,68	28,32	0,00	0,00%	\$ 638,12	\$ 638,12	\$ 0,00	\$ 638,12	\$ 0,00	0,00%
2022	827.606	26,24	36	30,00%	7,87	28,13	0,00	0,00%	\$ 653,81	\$ 653,81	\$ 0,00	\$ 653,81	\$ 0,00	0,00%
2023	847.949	26,88	36	30,00%	8,06	27,94	0,00	0,00%	\$ 669,88	\$ 669,88	\$ 0,00	\$ 669,88	\$ 0,00	0,00%
2024	868.294	27,52	36	30,00%	8,26	27,74	0,00	0,00%	\$ 685,95	\$ 685,95	\$ 0,00	\$ 685,95	\$ 0,00	0,00%
2025	888.637	28,17	36	30,00%	8,45	27,55	0,62	2,20%	\$ 702,02	\$ 686,55	\$ 20,19	\$ 706,75	\$ 4,72	0,67%
2026	908.982	28,81	36	30,00%	8,64	27,36	1,46	5,06%	\$ 718,10	\$ 681,73	\$ 47,46	\$ 729,20	\$ 11,10	1,55%
2027	929.324	29,46	36	30,00%	8,84	27,16	2,30	7,80%	\$ 734,17	\$ 676,91	\$ 74,73	\$ 751,64	\$ 17,48	2,38%
2028	949.670	30,10	36	30,00%	9,03	26,97	3,14	10,42%	\$ 750,24	\$ 672,09	\$ 102,01	\$ 774,09	\$ 23,86	3,18%
2029	970.012	30,75	36	30,00%	9,22	26,78	3,97	12,92%	\$ 766,31	\$ 667,27	\$ 129,27	\$ 796,54	\$ 30,23	3,95%
2030	990.358	31,39	36	30,00%	9,42	26,58	4,81	15,33%	\$ 782,38	\$ 662,45	\$ 156,55	\$ 818,99	\$ 36,61	4,68%
2031	1.010.700	32,04	36	30,00%	9,61	26,39	5,65	17,64%	\$ 798,45	\$ 657,62	\$ 183,82	\$ 841,44	\$ 42,99	5,38%
2032	1.031.045	32,68	36	30,00%	9,81	26,19	6,49	19,85%	\$ 814,53	\$ 652,80	\$ 211,09	\$ 863,89	\$ 49,37	6,06%
2033	1.051.388	33,33	36	30,00%	10,00	26,00	7,33	21,99%	\$ 830,60	\$ 647,98	\$ 238,36	\$ 886,34	\$ 55,74	6,71%
2034	1.071.733	33,97	36	30,00%	10,19	25,81	8,17	24,04%	\$ 846,67	\$ 643,16	\$ 265,63	\$ 908,79	\$ 62,12	7,34%
2035	1.092.076	34,62	36	30,00%	10,39	25,61	9,00	26,01%	\$ 862,74	\$ 638,34	\$ 292,90	\$ 931,24	\$ 68,50	7,94%

Fuente: construcción de los autores.

2.1.6. Determinación de Precio(s) / Estrategias de Comercialización

- **Determinación de precios:** De conformidad con lo dispuesto en la resolución CRA 151 de 2001, las tarifas que se aplicaron en el primer semestre de 2021, son las siguientes:
 - a. Servicios de acueducto y alcantarillado:

Tabla 19.

Incremento acueducto.

ACUEDUCTO	A \$ FEBR 2019	A \$ FEBR 2020	DIFERENCIA: INCREMENTOS TARIFARIOS SUSPENDIDOS
CMA, C. Fijo, \$/suscriptor /mes	\$6.926,22	\$7.135,39	\$209,17
Cargo por Consumo, \$/m3	\$1.608,01	\$1.656,45	\$48,44

Fuente: tomado de <http://www.espucal.gov.co/transparencia>.

Tabla 20.

Incremento alcantarillado.

ALCANTARILLADO	A \$ FEBR 2019	A \$ FEBR 2020	DIFERENCIA: INCREMENTOS TARIFARIOS SUSPENDIDOS
CMA, C. Fijo, \$/suscriptor /mes	\$4.096,79	\$4.220,51	\$123,72
Cargo por Consumo, \$/m3	\$1.451,40	\$1.494,90	\$43,50

Fuente: tomado de <http://www.espucal.gov.co/transparencia>.

Mediante acuerdo 002 del 25 de enero de 2021, se aprobó un ajuste al Costo de Operación Particular de alcantarillado CMOPal, con base en el consumo de energía de la PTAR, considerando el párrafo 5 del artículo 19 de la Resolución 825.

Tabla 21.

Ajuste costo de operaciones alcantarillado.

CONCEPTO A \$ DIC 2016	VIGENTE	MODIFICACIÓN
Costo de Operación Particular CMOP al \$ / M3	\$601,05	\$930,41
Costo Medio de Operación CMOG al \$ / M3	\$549,89	\$549,89

Costo Medio de Operación CMO al = CMOG al + CMOPal \$ / M3	\$1.150,94	\$1.480,29
Costo Medio de Inversión CMI al \$ / M3	\$174,62	\$174,62
CMOI al \$ / M3	\$1.325,56	\$1.654,91

Fuente: tomado de <http://www.espucal.gov.co/transparencia>.

Tabla 22.

Ajuste costo de operaciones alcantarillado.

CONCEPTO A \$ ENE 2020	VIGENTE	MODIFICACIÓN
CMOI al \$ / M3, \$ ENERO 2020	\$1.483,78	\$1.852,45
COSTO MEDIO DE TASAS AMBIENTALES, CMT, \$/M3	\$11,12	\$11,12
CARGO POR CONSUMO, C.C.al, \$/M3	\$1.494,90	\$1.863,57

Fuente: tomado de <http://www.espucal.gov.co/transparencia>.

Por lo tanto, las tarifas que se aplicaron en el primer semestre de 2021, a partir de febrero de 2021, expresadas a \$ de enero de 2020, son las siguientes:

Tabla 23.

Tarifas.

ESTRATO	ACUEDUCTO			ALCANTARILLADO		
	C. FIJO \$/susc /bimestre	BASICO \$/M3	COMPLEM y SUNTUAR \$/M3	C. FIJO \$/susc /bimestre	BASICO \$/M3	COMPLEM y SUNTUAR \$/M3
ESTRATO 1	4.281,24	496,94	1.656,45	2.532,31	559,07	1.863,57
ESTRATO 2	8.562,47	993,87	1.656,45	5.064,61	1.118,14	1.863,57
ESTRATO 3	12.130,17	1.407,99	1.656,45	7.174,87	1.584,03	1.863,57
ESTRATO 4	14.270,79	1.656,45	1.656,45	8.441,02	1.863,57	1.863,57
ESTRATO 5	21.406,18	2.484,68	2.484,68	12.661,53	2.795,35	2.795,35
ESTRATO 6	22.833,26	2.650,33	2.650,33	13.505,63	2.981,71	2.981,71
COMERCIAL	21.406,18	2.484,68	2.484,68	12.661,53	2.795,35	2.795,35
OFICIAL Y ESP	14.270,79	1.656,45	1.656,45	8.441,02	1.863,57	1.863,57
INDUSTRIAL	18.552,02	2.153,39	2.153,39	10.973,33	2.422,64	2.422,64

Fuente: tomado de <http://www.espucal.gov.co/transparencia>.

b. Costos de referencia del servicio de aseo:

Tabla 24.

Costos de aseo.

SERVICIO DE ASEO	AREA URBANA	AREA RURAL
Costo de Comercialización, \$/Suscriptor /mes, (CCS)	\$2.226	\$1.600
Costo de Barrido y Limpieza, \$ / kilómetro, (CBL)	\$30.116	\$0
Costo de Limpieza Urbana por Suscriptor \$/Suscriptor/mes	\$1.645,39	\$0
Costo de recolección y transporte de residuos sólidos, \$/ tonelada, (CRT)	\$152.194	\$302.753
Costo de Disposición Final \$/Ton	\$32.113	\$32.113
Vr. Incentivo al Aprovechamiento, VIAT, \$/Suscriptor/mes	\$526	\$301
Costo variable/tonelada de residuos sólidos no aprovechables \$/ ton. (CVNA)	\$184.307	\$334.866

Fuente: tomado de <http://www.espucal.gov.co/transparencia>.

Subsidios (-) y aportes solidarios (+) del servicio de aseo:

Tabla 25.

Subsidios por estrato.

Estrato 1	-70%
Estrato 2	-40%
Estrato 3	-15%
Estrato 4	0%
Estrato 5	50%
Estrato 6	60%
Comercial	50%
Industrial	30%
Oficial	0%

Fuente: tomado de <http://www.espucal.gov.co/transparencia>.

- **Estrategias de comercialización:** Ofrecer los servicios de ESPUCAL –E.S.P. logrando un acuerdo contractual con los usuarios, emitiendo un documento donde la empresa garantiza prestar los servicios de Acueducto y Alcantarillado y Aseo en el inmueble, teniendo en cuenta la ubicación y su cobertura.

2.1.7. Canales de Comercialización

Actualmente el acueducto cuenta con su página web <http://www.espucal.gov.co/>, la cual cuenta con toda la información para que la persona interesada pueda revisar su factura y pagarla, también se cuenta con información legal de la empresa y de información pública.

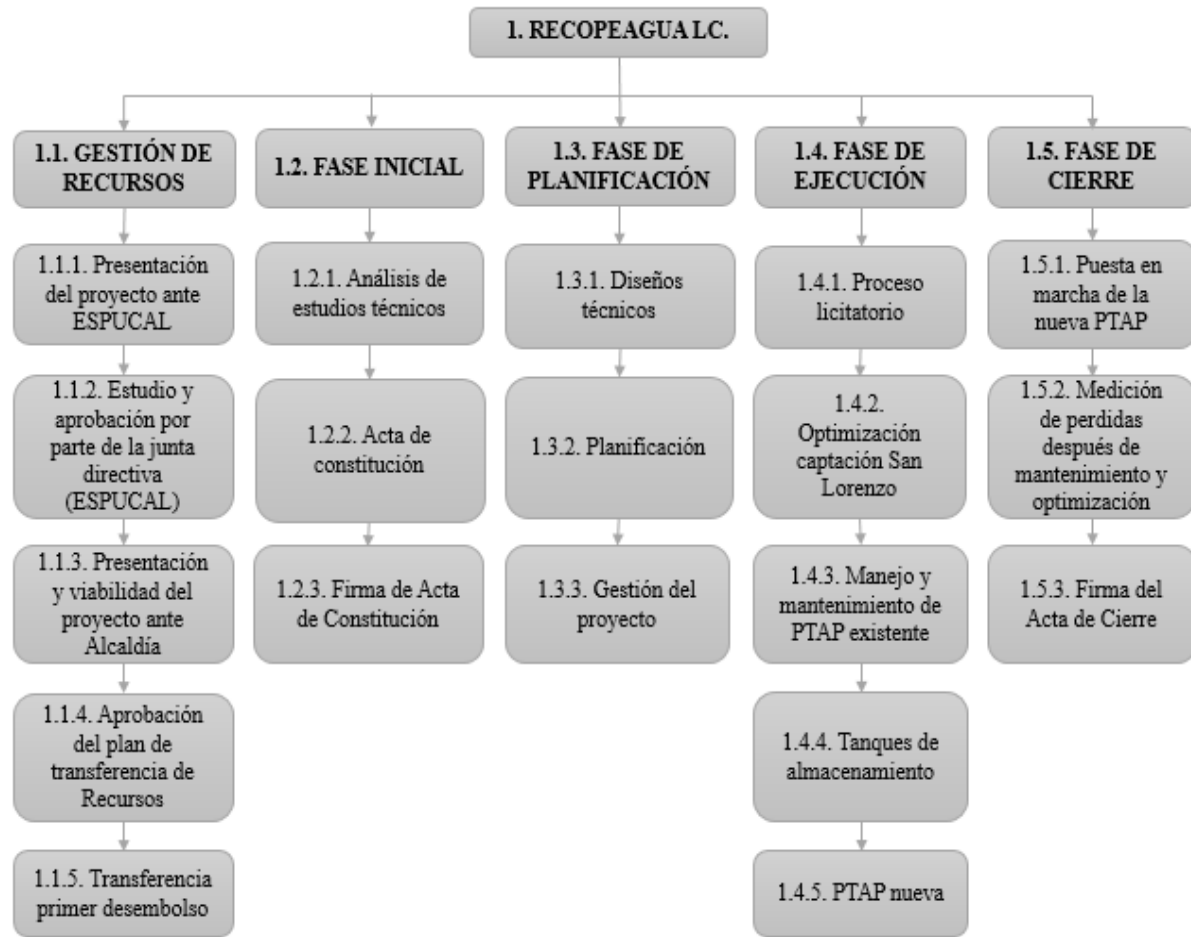
2.2. Estudio Técnico

2.2.1. Diseño Conceptual del Proceso

Dadas las condiciones descritas en capítulos anteriores es necesario ampliar la capacidad de producción para detener el detrimento del patrimonio, el cual está afectando actualmente la empresa. Dadas estas circunstancias surge la propuesta de generar el proyecto de consultorías y accesoria, para realizar el acompañamiento en la fase de planeación, gestión y contratación de las obras necesarias para poder generar mayor capacidad de producción.

Es por ello que se presenta la siguiente imagen, en donde se registra todo el proceso de esta actividad.

Figura 10.
Diseño conceptual del proceso.



Fuente: construcción de los autores.

2.2.1.1. Análisis y descripción del proceso. Este proyecto será aplicado por el área de Dirección de la Empresa de Servicios Públicos de La Calera, para poder mejorar y controlar el servicio de acueducto, de esta manera se lograra optimizar la capacidad de producción y el servicio.

Además, la reducción en el costo de operación para el suministro de agua potable para el municipio de la Calera, es un proyecto que tiene como propósito brindarle a ESPUCAL E.S.P una estrategia, para poder responder a la situación actual de la empresa en el Servicio de Acueducto, de tal forma que la empresa sea la responsable de realizar la contratación de los servicios de asesoría y consultoría, para analizar los datos estadísticos de población y consumo, y por medio

de métodos estadísticos, determinar la mejor alternativa para la ampliación y construcción de los equipos necesarios para generar una capacidad instalada de 15 L/Seg adicional a la que tiene el municipio.

De acuerdo a las fases del proyecto planteadas, el compromiso con el mismo implica realizar una intervención y consultoría a lo largo del ejercicio del proyecto, es decir, que la primera parte del proyecto se centra en actualizar planes y verificar procesos, para que estos permitan una correcta ejecución y sobre todo, que cumpla con las expectativas de consumo proyectadas, es por eso que se realizarán controles en la parte de inicio y planificación para levantar restricciones, riesgos y supuestos que atenten con la correcta ejecución de las obras civiles.

2.2.1.1.1. Producta. El acueducto ESPUCAL, inicia su actividad sin encontrar información relevante alguna sobre el proyecto, además sin identificación de usuarios potenciales. No había ningún estudio, diseño, estructuración ni siquiera a nivel de pre factibilidad con respecto al proyecto de la red de distribución de agua potable para los usuarios para las veredas el Hato, San Rafael, Líbano, salitre y Camino al Meta en el municipio de la Calera.

Lo que se encontró fue que, en desarrollo del Contrato Inter administrativo suscrito en el año 1992, la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá E.S.P construyó una Estación de Bombeo (Tanque 1) y tres (3) tanques de almacenamiento de agua tratada (Tanques 2, 3 y 4) con sus respectivas líneas de alimentación. Los tanques tres (3) y cuatro (4) no fueron puestos en funcionamiento y solamente el tanque dos (2), da servicio restringido y exclusivo al conjunto residencial Arboreto. Estas líneas construidas aparecen con color azul en la siguiente figura.

Figura 11.
Infraestructura existente - tanque 1, 2,3 y 4



Fuente: Empresa de Acueducto ESPUCAL 2019

Es necesario conocer la capacidad de cada tanque luego de ser ampliado para abastecer la demanda del proyecto, contemplando volúmenes adicionales para suplir la demanda de san Rafael y El hato así como mayores requerimientos de Arboretto Bosque Residencial y Norte de Arboretto.

Tabla 26.
Capacidad necesaria de producción.

Tanques	Unidades	T1	T2	T3	T4
Capacidad total necesaria 2018: QMD/3 + Volumen incendios	m ³	40.6	71.9	345.2	361.7
Capacidad total necesaria 2043 QMD/3 + Volumen incendios	m ³	48.6	157.2	399.0	418.7

Fuente: ESPUCAL S.A. ESP, 2019

Por normatividad vigente, en zonas de concentración importante de viviendas se deben instalar hidrantes. En este caso Salitre y Líbano deben contar con los mismos. Los cálculos dan un volumen adicional por este concepto de 72 m³ en los tanques tres (3) y cuatro (4).

Los criterios de diseño a utilizar en este proyecto obedecen a la reglamentación vigente y se muestran a continuación:

Tabla 27.
Criterios de diseño.

Parámetro	Criterio	Referencia
Velocidad mínima	0.5m/s	RAS Titulo B, 7.4.8
Velocidad máxima	5m/s	RAS Titulo B, Tabla
Diámetro mínimo para redes rurales	50mm	Resolución 0330, Ar
Presión dinámica mínima	10 metros c.a.	Resolución 0330, Ar
Presión estática máxima	50 metros c.a.	Resolución 0330, Ar

Fuente: ESPUCAL S.A. ESP, 2019.

Con el fin de limitar la presión estática máxima a 50 metros de cabeza de agua, se proyectaron Válvulas Reductoras de Presión (VRP).

2.2.1.1.2. Técnicas de predicción para la producción de bien y la oferta de servicios generados por el proyecto. Hacer una predicción económica para el proyecto, es el método más eficaz y eficiente que debe situarse en todo el marco de ejecución, debido a la inevitable comparación de resultados en la inversión. En este trabajo se utilizarán dos grandes categorías: las cuantitativas y las cualitativas.

- **Técnicas cuantitativas:** Se establece a través de la población, el elemento y la unidad de muestreo. Para este proyecto se identifican los modelos causales.
 - a) Modos causales. Este se fundamenta en la posibilidad de confiar en el comportamiento de una variable que podría explicar los valores que asumiría la variable a proyectar. Las variables causales explicativas se denominan variables independientes y la cantidad demandada se define como variable dependiente.

Por lo anterior es evidente que se utilizara el análisis de regresión lineal ya que establece una relación entre una variable dependiente y una o más variables independientes, además se debe aclarar que si los datos a analizar están constituidos por una serie de tiempo, entonces la variable independiente debe ser el tiempo y la variable dependiente es lo que deseamos pronosticar (población, ventas, etc.).

Ecuación de análisis de regresión:

Y: Variable dependiente.

X: Variable independiente.

$$Y = a + bX$$

a: Intercepción con eje Y.

b: Pendiente de la línea.

Por otro lado para poder aplicar la formula anterior, se debe hallar las constantes a y b, utilizando las siguientes formulas:

$$a = y - bx$$

$$b = \frac{\sum xy - n(\bar{y})(\bar{x})}{\sum x^2 - n(\bar{x})^2}$$

Como ventajas se tiene:

- Control sobre las variables
- Relación de causa y efecto
- Resultados
- Papel instrumental

- **Técnicas cualitativas:** Se basan en opiniones de expertos que se obtienen de la aplicación de diferentes técnicas. La información se basa en grupos reducidos y no son estadísticamente representativos de la población, sus resultados se orientan a conocer y comprender opiniones, percepciones, actitudes, hábitos, el porqué y el cómo más que el cuánto. Por lo anterior se utiliza:

a) El método Delphi. Busca una predicción de un grupo de expertos en una discusión abierta y que, por factores psicológicos conduce al grupo a seguir la posición de quienes demuestran tener una reputación, una habilidad para el debate o una personalidad dominante, capaz de imponerse a la calidad de otros argumentos. Es iterativo y estructurado al considerar una serie de etapas que tiene como objetivo alcanzar un consenso entre los asistentes a la reunión. Este comprende al menos tres fases:

- Se envía un cuestionario a un grupo de expertos.
- Se prepara un resumen de la primera fase.
- Se prepara un resumen de la segunda fase.

Como ventajas se tiene:

- Es flexible al captar diversidad de opiniones, las cuales son entregadas de forma anónima y confidencial.
- El consenso logrado presenta alto grado de confiabilidad.
- Permite el involucramiento de los expertos con el problema, permitiendo su relacionamiento de forma anónima con otros expertos, lo que aporta al flujo de información.

- Evita el protagonismo de uno o más expertos sobre otros, garantizando igual participación.
- Finalmente, permite encontrar la formación de un criterio con un alto nivel de objetividad.

2.2.1.2. Definición de las características técnicas y de aprovechamiento del proyecto.

2.2.1.2.1. Tamaño y localización. Durante el análisis de alternativas y la elección final, se decidió por facilidad de acceso al sitio de las obras y a su vez, porque fue la alternativa más económica que cumplía con los objetivos del proyecto.

El dimensionamiento final, está sujeto a los que arrojen los diseños, gracias al análisis estadístico previo, para poder diseñar la capacidad de los tanques y de la nueva planta de tratamiento. Sin embargo, la nueva obra civil será ubicada adyacente a los equipos instalados actualmente, circunstancia que ayuda a disminuir costos en las obras civiles de las tuberías de bombeo y captación.

De tal forma es primordial nombrar cada una de las partes de este proyecto de la siguiente forma:

- El sistema de acueducto es abastecido por la quebrada San Lorenzo y la compra de agua en bloque a la EAAB.
- El Sistema San Lorenzo se abastece de la quebrada del mismo nombre, este sistema cuenta con una captación de 21 L/s, luego del cual el agua es transportada por gravedad, hasta llegar a la PTAP Villa 70 de tipo convencional, de donde se abastecen aproximadamente al 70% de la población. La compra de agua en bloque suple la demanda del 30% restante,

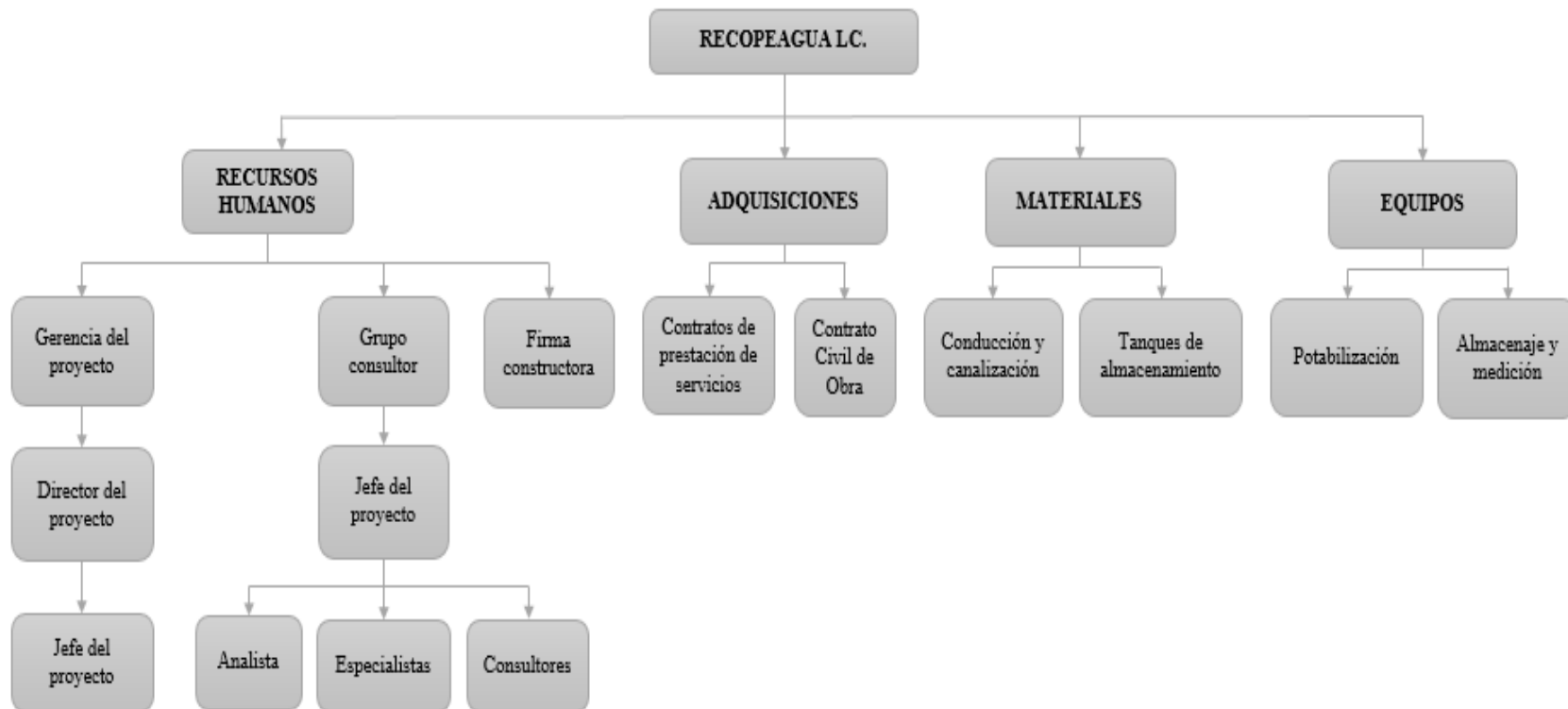
abasteciendo a la zona alta del municipio. El sistema de distribución cuenta con una capacidad de almacenamiento de 360 m³ en el área urbana.

- La cantidad de agua producida, incluida la compra en bloque de la EAAB, atiende a la demanda actual requerida (21 L/s), siendo la continuidad del sistema del 100%, debido a que el sistema atiende 24 horas. Al momento la cobertura del servicio es del 95.7%, donde el número de conexiones actuales es de 3.753 unidades.
- El Incremento de suscriptores año a año, supera la capacidad instalada ofrecida por la empresa de servicios públicos de la Calera (ESPUCAL), compra agua en bloque a \$1.031.15 (m³) y se produce a un costo de \$790 (m³) para el presente año.
- Esta compra de agua en bloque castiga los gastos operaciones, dado que el costo de compra supera más del 47% al costo de producción. Lo anterior nos soporta la necesidad de que se disminuya la compra de agua en bloque para la Empresa, que contribuya al ahorro y que este se pueda reinvertir en la optimización de la infraestructura.

2.2.1.2.2. *Requerimiento para el desarrollo del proyecto.* Aunque actualmente en los informes de gestión entregados por la empresa de Acueducto de La Calera (ESPUCAL), existe una valiosa información estadística de los usuarios actuales, es de vital importancia, además de las proyecciones realizadas de población, tener en cuenta la expansión territorial que pueda tener el municipio dado el auge de construcción institucional y de vivienda que actualmente se está creando en La Calera, cabe aclarar que de un estudio concienzudo de estos datos, se dimensiona el proyecto completo y las obras anexas propuestas por la empresa, para poder ofrecer un servicio AAA en todo el municipio, tanto en la zona rural como la urbana. Este requisito se vuelve pieza fundamental para la elaboración de los diseños y su posterior ejecución.

2.2.1.2.3. Mapa de procesos a partir del proyecto. Con este se puede identificar el proceso que sigue la organización desde el inicio de los proyectos hasta su final, con la entrega del producto objeto del contrato listo para uso por parte del cliente final.

Figura 12.
Mapa de procesos a partir del proyecto.



Fuente: construcción de los autores.

2.2.2. *Supuestos y Restricciones del Proyecto*

2.2.2.1. Supuestos. Para el Proyecto se cuenta con la siguiente lista de supuestos, los cuales fueron evidenciados en la fase de planificación, a saber:

- La capacidad Hidráulica de la cuenca, específicamente de la quebrada San Lorenzo, debe mantener los niveles suficientes para continuar con el caudal actual.
- La demanda nunca superará las proyecciones de servicios proyectada al año 2035.
- Las condiciones meteorológicas no reducen el volumen de captación de diseño.

2.2.2.2. Restricciones. Las restricciones o limitaciones que el director del proyecto debe tratar, están enfocadas a la gente, dinero, tiempo, o equipo. Por otro lado el papel del jefe de proyecto es equilibrar estas limitaciones con los recursos disponibles, con el fin de garantizar el éxito de este. Las siguientes restricciones se refieren al ideal:

- La contratación se debe regir bajo los lineamientos propios de una licitación que implique manejo de recursos públicos.
- El proyecto no cuenta con una fuente de financiación o patrocinio fijo y depende de la aprobación del plan de desarrollo de la Alcaldía y el plan maestro del Acueducto de la Empresa de Servicios Públicos ESPUCAL.

2.3. Estudio Económico-Financiero

2.3.1. *Estimación del Valor de la Inversión del Proyecto*

El estudio económico financiero determina los costos totales en que incurrirá el proyecto, con el fin de identificar la rentabilidad económica y financiera del proyecto de “**reducción de costos de operación para suministro de agua potable del municipio de La Calera**”, como Mejoramiento del Sistema de distribución de agua en el casco urbano, sin embargo, cabe destacar que este proyecto es de desarrollo local, por tal razón, lo que interesa es la satisfacción de las

necesidades básicas de la población para la consecución de una vida larga y saludable, y el crecimiento socioeconómico bajo el marco del suministro de agua.

Tabla 28.
Costos Fijos.

<i>PRESUPUESTO</i>					
<i>ITEM</i>	<i>ACTIVIDAD</i>	<i>CAN</i>	<i>UND</i>	<i>VALOR UNIT</i>	<i>VALOR TOTAL</i>
DISEÑO					
<i>1</i>					
<i>1.1</i>	Diseño hidráulico	1	GB	\$ 2,419,326.00	\$ 2,419,326.00
<i>1.2</i>	Diseño Estructural	1	GB	\$ 2,419,326.00	\$ 2,419,326.00
<i>1.3</i>	Diseño Electrónico	1	GB	\$ 1,451,596.00	\$ 1,451,596.00
<i>SUBTOTAL</i>					\$ 6,290,248.00
OPTIMIZACION DE CAPTACION					
<i>2</i>					
<i>2.1</i>	Optimización de Sistema de Captación - San Lorenzo	1	GB	\$ 5,500,000.00	\$ 5,500,000.00
<i>2.2</i>	Optimización del 1er tramo de la línea de conducción (300 mt)	0.3	km	\$ 330,000.00	\$ 99,000.00
<i>SUBTOTAL</i>					\$ 5,599,000.00
OPTIMIZACION DE PTAP EXISTENTE					
<i>3</i>					
<i>3.1</i>	Optimización de la PTAP existente (Villa 10)	1	GB	\$ 23,500,000.00	\$ 23,500,000.00
<i>3.2</i>	Impermeabilización de tanque existente (Villa 10)	1	GB	\$ 52,750,000.00	\$ 52,750,000.00
<i>SUBTOTAL</i>					\$ 76,250,000.00
AIREACION Y DOSIFICACION DE FLOCULENCIAS					
<i>4</i>					
<i>4.1</i>	Canaleta Parshall fibra de vidrio	1	UND	\$ 2,419,326.00	\$ 2,419,326.00
<i>4.2</i>	Excavaciones	2.4	M3	\$ 11,613.00	\$ 27,871.20
<i>4.3</i>	Relleno de recebo compactado	1.2	M3	\$ 19,355.00	\$ 23,226.00
<i>4.4</i>	Placa de contrapiso 8 cm	6	M2	\$ 64,462.00	\$ 386,772.00
<i>4.5</i>	Muros de mampostería ladrillo	4	M2	\$ 43,548.00	\$ 174,192.00
<i>4.6</i>	Pañete impermeable	4	M2	\$ 8,710.00	\$ 34,840.00
<i>4.7</i>	Sistema dosificador de sulfato	1	GB	\$ 725,798.00	\$ 725,798.00
<i>SUBTOTAL</i>					\$ 3,792,025.20
FLOCULADOR					
<i>5</i>					
<i>5.1</i>	Excavaciones	18	M3	\$ 11,613.00	\$ 209,034.00
<i>5.2</i>	Relleno de recebo compactado	12	M3	\$ 19,355.00	\$ 232,260.00
<i>5.3</i>	Placa de contrapiso 8 cm	60	M2	\$ 64,462.00	\$ 3,867,720.00
<i>5.4</i>	Muros de mampostería ladrillo	20.4	M2	\$ 43,548.00	\$ 888,379.20
<i>5.5</i>	Pañete impermeable	40.8	M2	\$ 8,710.00	\$ 355,368.00
<i>5.6</i>	Afinado de pisos	60	M2	\$ 15,636.00	\$ 938,160.00
<i>5.7</i>	Laminas asbesto 290x50	120	UND	\$ 24,193.00	\$ 2,903,160.00
<i>5.8</i>	Sistema de apoyo laminas	1	GB	\$ 1,451,596.00	\$ 1,451,596.00
<i>SUBTOTAL</i>					\$ 10,845,677.20
SEDIMENTADOR					
<i>6</i>					
<i>6.1</i>	Excavaciones	48	M3	\$ 11,613.00	\$ 557,424.00
<i>6.2</i>	Relleno de recebo compactado	4.8	M3	\$ 19,355.00	\$ 92,904.00
<i>6.3</i>	Concreto 3000 psi piso	4.8	M3	\$ 338,706.00	\$ 1,625,788.80
<i>6.4</i>	concreto 3000 psi muros	35.2	M3	\$ 362,899.00	\$ 12,774,044.80
<i>6.5</i>	Refuerzo 60000 PSI	1760	KG	\$ 2,419.00	\$ 4,257,440.00
<i>6.6</i>	Concreto viga reforzada entrada	4	GB	\$ 46,844.00	\$ 187,376.00
<i>6.7</i>	Laminas asbesto 400*200	20	M3	\$ 96,773.00	\$ 1,935,460.00
<i>6.8</i>	Sistema de apoyo láminas	1	M3	\$ 1,231,158.00	\$ 1,231,158.00
<i>SUBTOTAL</i>					\$ 22,661,595.60
FILTRO					
<i>7</i>					
<i>7.1</i>	Excavaciones	75	M3	\$ 11,613.00	\$ 870,975.00
<i>7.2</i>	Relleno de recebo compactado	5	M3	\$ 19,355.00	\$ 96,775.00
<i>7.3</i>	Concreto 3000 psi piso	7.5	M3	\$ 338,706.00	\$ 2,540,295.00
<i>7.4</i>	concreto 3000 psi muros	21	M3	\$ 362,899.00	\$ 7,620,879.00

7.5	Refuerzo 60000 PSI	2366	KG	\$ 2,419.00	\$ 5,723,354.00
7.6	Prefabricado fondo filtro	4	GB	\$ 120,966.00	\$ 483,864.00
7.7	Filtro gravas y arenas clasificadas	2	M3	\$ 266,126.00	\$ 532,252.00
7.8	Filtro carbón activado	0.5	M3	\$ 435,479.00	\$ 217,739.50
	SUBTOTAL				\$ 18,086,133.50
8	TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y CLORACION				
8.1	Excavaciones	540	M3	\$ 11,613.00	\$ 6,271,020.00
8.2	Relleno de recebo compactado	27	M3	\$ 19,355.00	\$ 522,585.00
8.3	Concreto 3000 psi piso	40.5	M3	\$ 338,706.00	\$ 13,717,593.00
8.4	concreto 3000 psi muros	57.6	M3	\$ 362,899.00	\$ 20,902,982.40
8.5	Concreto 3000 psi tapa	27	M3	\$ 387,092.00	\$ 10,451,484.00
8.6	Refuerzo 60000 PSI	11259	KG	\$ 2,419.00	\$ 27,235,521.00
8.7	Equipo clorificador	1	GB	\$ 1,242,362.00	\$ 1,242,362.00
	SUBTOTAL				\$ 80,343,547.40
9	PUESTA DE OPERACIÓN				
9.1	Químicos	1	GB	\$ 924,232.00	\$ 924,232.00
9.2	Conexión sanitaria	1	GB	\$ 200,000.00	\$ 200,000.00
	SUBTOTAL				\$ 1,124,232.00
	SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS				\$ 224,992,458.90
	ADMINISTRACION	12%			\$ 26,999,095.07
	IMPREVISTOS	9%			\$ 20,249,321.30
	UTILIDAD	4%			\$ 8,999,698.36
	UTILIDAD (sobre la utilidad)	16%			\$ 1,439,951.74
	SUBTOTAL COSTOS INDIRECTOS				\$ 57,688,066.46
	TOTAL OBRA CIVIL				\$ 282,680,525.36
	COSTOS DE HONORARIOS		Días de trabajo	Total	
	Director del Proyecto		352	\$ 81,777,696.00	
	Jefe de proyecto		352	\$ 49,066,688.00	
	Analista de proyecto		76	\$ 8,149,176.00	
	Especialista Ingeniero Civil		261	\$ 19,493,829.00	
	Especialista Ingeniero Civil		261	\$ 19,493,829.00	
	Colaboradores		216	\$ 7,645,968.00	
	Colaboradores		216	\$ 7,645,968.00	
					\$ 193,273,154.00
	TOTAL PROYECTO				\$ 475,953,679.36

Fuente: construcción de los autores.

Tabla 29.
Presupuesto del caso de negocio.

ENTREGABLE	COSTO
Gerencia del Proyecto	\$ 193.273.155
FASE DE PLANIFICACION	
Diseños Preliminares	\$ 7.903.068
FASE DE EJECUCION	
Optimización de Captación	\$ 7.034.583
Optimización de PTAP existente	\$ 95.800.500
Construcción PTAP Nueva	\$ 69.586.256
Tanques de Almacenamiento	\$ 100.943.632
FASE DE CIERRE	
Puesta en marcha de la PTAP nueva	\$ 1.412.485
Reserva	\$52.177.376
PRESUPUESTO DEL CASO DE NEGOCIO	\$ 528.131.055

Fuente: Construcción de los autores.

2.3.2. Definición de Costos y Gastos de Operación y Mantenimiento del Proyecto

Los costos de operación del proyecto incluyen los costos de ventas, los gastos administrativos equivalente a sueldos, entre otros. El mantenimiento depende de las ventas brutas realizadas en el tiempo una vez entre en funcionamiento la nueva PTAP y sus adecuaciones o construcciones adicionales.

Como se trata de una Empresa de Servicios Públicos regulada por la Ley 142 de 1994 o Ley de Servicios Públicos, el esquema tarifario se aplicó de acuerdo a la metodología de las Resoluciones CRA 351 y 352 y tomando como base el promedio de los últimos cuatro meses de: suscriptores, toneladas dispuestas, toneladas aforadas, etc., por lo anterior podemos tener variación en el esquema tarifario cada cuatro meses de acuerdo con la reglamentación existente.

ESPUCAL E.S.P., no actúa con precios a nivel de competencia por sector, ya que se estructuran de acuerdo a la Empresa y a la información de la misma.

Tabla 30.

Resumen ingresos proyectados.

SERVICIO	CON TARIFAS	CON COSTOS DE REFERENCIA	DIFERENCIA Subsidio (-) Aporte (*)
ACUEDUCTO	926.806.559	1.114.576.612	-187.770.053
ALCANTARILLADO	702.289.411	833.146.364	-130.856.953
ASEO	1.432.530.207	1.432.274.335	255.875
TOTALES	3.061.626.178	3.379.997.311	-318.371.133

Fuente: Información RC Consultoría y Servicios LTDA- Asesoría Integral Tarifaria

A lo anterior se le adiciona a los ingresos los aportes de conexión:

Tabla 31.

Resumen de ingresos proyectados con aportes de conexión.

SERVICIO	CON COSTOS DE REFERENCIA	C. CONEXION	TOTAL
ACUEDUCTO	1.114.576.612	230.558.415	1.345.135.027
ALCANTARILLADO	833.146.364	53.890.303	887.036.667
ASEO	1.432.274.335		1.432.274.335
TOTALES	3.379.997.311	284.448.718	3.664.446.029

Fuente: Información RC Consultoría y Servicios LTDA- Asesoría Integral Tarifaria

Se estableció la destinación de los ingresos con base en los componentes tarifarios:

Tabla 32.
Destinación de ingresos.

SERVICIO	GASTOS ADMINISTRATIVOS CMA	COSTOS OPERACIONALES CMO	INVERSION CMI	TOTALES
ACUEDUCTO	298.257.577	717.544.432	98.774.603	1.114.576.612
ALCANTARILLADO	123.131,805	218.826.487	491.188.072	833.146.364
ASEO	214.841.150	1.217.433.185		1.432.274.335
TOTALES	634.230.532	634.230.532	284.448.718	3.379.997.311

Fuente: Información RC Consultoría y Servicios LTDA- Asesoría Integral Tarifaria

2.3.3. Flujo de Caja del Proyecto Caso

Este flujo de caja proyectado a cinco años desde el inicio de la consultoría (2017), está calculado bajo los estados financieros de la entidad, incluyendo una inversión para el desarrollo del proyecto de \$528.131.055 incluyendo la reserva, obtenido mediante un crédito bancario por parte de los inversionistas, se relacionan las ventas y costos brutos para obtener la utilidad bruta, así mismo se tienen en cuenta los gastos administrativos y de ventas para obtener la utilidad operacional, se calculan los impuestos de renta del 25% y los impuestos de equidad para obtener la utilidad después de impuestos, se halla el porcentaje de retorno sobre la inversión para cada año y se generan las utilidades. El periodo de recuperación de la inversión será a los 1.5 años siguientes a la solicitud del crédito, se obtendrá una tasa interna de retorno del 44% con un valor actual neto de \$2.608.900,01. En la siguiente tabla se detalla el flujo de caja del proyecto iniciando desde el año cero, hasta el año cuatro:

Tabla 33.
Flujo de caja y retorno de la inversión.

EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DE LA CALERA "ESPUCAL ESP"					
FLUJO DE CAJA PROYECTADO					
ENTRADA DE EFECTIVO	2017	2018	2019	2020	2021
Dinero líquido disponible <i>al inicio</i> (en las cuentas bancarias o en cajas mayores y menores)	17.642.473	517.294.452	443.652.857	526.421.420	700.269.081
Valor de las ventas de contado	1.831.699.125	2.085.678.068	2.285.379.094	2.544.744.899	2.833.545.917
Tasa de descuento		10%	10%	10%	10%
Venta de contado reales	1.831.699.125	1.896.070.971	2.077.617.358	2.313.404.454	2.575.950.834
Valor de los recaudos de cartera	0	0	0	0	0
Valor de los recaudos de préstamos otorgados a socios	0	0	0	0	0
Valor de los préstamos que se tramiten ante bancos	528.131.055	0	0	0	0
Valor de los préstamos que se reciba de los socios	0	0	0	0	0
Subtotal Entradas de efectivo en el año	2.359.830.180	1.896.070.971	2.077.617.358	2.313.404.454	2.575.950.834
Total ingreso bruto mensual	2.359.830.180	1.896.070.971	2.077.617.358	2.313.404.454	2.575.950.834
Subtotal disponible ANTES de gastos	2.377.472.653	2.413.365.423	2.521.270.215	2.839.825.874	3.276.219.915
SALIDAS DE EFECTIVO	2017	2018	2019	2020	2021
Gastos de administración	-512.763.688	-551.220.965	-592.562.537	-637.004.727	-684.780.082
Costos de ventas pago a proveedor	-1.099.572.381	-1.145.000.000	-1.202.250.000	-1.262.362.500	-1.325.480.625
Pago de aportes a la seguridad social y parafiscales	-129.883.042	-139.624.270	-150.096.091	-161.353.297	-173.454.795
Pagos de prestaciones sociales (primas, vacaciones, etc)	-64.095.461	-68.902.621	-74.070.317	-79.625.592	-85.597.510
Pagos de arrendamientos de locales, maquinarias o vehículos	0	0	0	0	0
Proyecto	-118.988.420	-118.988.420	-118.988.420	-118.988.420	
Pagos de impuestos Renta 20%	28.902.171	-9.984.244	-31.351.728	-65.851.387	-141.058.226
Pagos de impuestos a la Equidad 9%	10.404.781	-3.594.328	-11.286.622	-23.706.499	-50.780.961
Subtotal Salidas de efectivo en el Año	-1.885.996.040	-2.037.314.848	-2.180.605.715	-2.348.892.422	-2.461.152.199
Total Salidas de efectivo en el Año	-1.885.996.040	-2.037.314.848	-2.180.605.715	-2.348.892.422	-2.461.152.199
Sobrante (o faltante) del año	473.834.140	-141.243.877	-102.988.357	-35.487.968	114.798.635
Cuento representa dicho sobrante (o faltante) con respecto al ingreso bruto del mes?	17%	1%	4%	7%	13%
Dinero líquido disponible al final del Año	491.476.613	376.050.575	340.664.500	490.933.452	815.067.716

Fuente: Construcción de los autores.

2.3.4. *Determinación del Costo de Capital, Fuentes de Financiación y Uso de Fondos*

El proyecto será financiado completamente por la Alcaldía de La Calera proyectado en \$475.953.679, para ser ejecutado en 377 días, con una reserva de \$52.177.376.

En la tabla siguiente se muestra la inversión realizada y la reserva de contingencia para la gestión de Riesgos.

Tabla 34.
Fuentes y usos de fondos.

FUENTES		USOS		RESERVAS	
Fuentes	Inversión Inicial	Usos	Costos		
Alcaldía de La Calera	475.953.679	Estudios Previos	6.290.248	Reserva de contingencia	52.177.376
		Ejecución y cierre del proyecto	469.663.431		

Fuente: construcción de los autores.

2.3.5. *Evaluación Financiera del Proyecto*

El diseño e implementación de una PTAP y obras de infraestructura (Tanques de Almacenamiento), incluyendo el mantenimiento de la PTAP existente y de algunas redes tienen un presupuesto planeado total de \$528.131.055, incluyendo el valor de reserva.

El precio de producción por m³ de agua será de \$517, que comparado con el precio de compra al acueducto oscilaba en \$1.130 m³, teniendo un ahorro de \$613 pesos, que pueden hacer parte de la reinversión para infraestructura y mejoramiento del sistema.

Para el proyecto en general se estiman ventas mínimas de \$170 millones anuales, que se incrementan año a año como resultado de la comercialización propia con la nueva PTAP y las mejoras adicionales.

Tabla 35.
Evaluación financiera proyectada.

EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DE LA CALERA "ESPUCAL ESP"												
FLUJO DE CAJA PROYECTADO												
Entradas de efectivo	2.019	2.020	2.021	2.022	2.023	2.024	2.025	2.026	2.027	2.028	2.029	2.030
Dinero líquido disponible al inicio (en las cuentas bancarias, o en Cajas Mayores y menores)	443.652.857	526.421.420	700.269.081	826.317.516	975.054.668	1.150.564.508	1.357.666.120	1.602.046.021	1.890.414.305	2.230.688.880	2.632.212.879	3.106.011.197
Valor de las ventas de contado	2.285.379.094	2.544.744.899	2.833.545.917	3.173.571.427	3.554.399.998	3.980.927.998	4.458.639.357	4.993.676.080	5.592.917.210	6.264.067.275	7.015.755.348	7.857.645.990
Valor de los recaudos de cartera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Valor de los recaudos de préstamos otorgados a socios, empleados o particulares	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Valor de los préstamos que se tramiten ante bancos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Valor de los préstamos que se reciba de los socios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ventas ocasionales de activos fijos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Valor de intereses ganados en bancos o sobre préstamos a particulares	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Valor de los dividendos o participaciones recibidos sobre acciones o cuotas que se poseen en otras empresas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Subtotal Entradas de efectivo en el año	2.285.379.094	2.544.744.899	2.833.545.917	3.173.571.427	3.554.399.998	3.980.927.998	4.458.639.357	4.993.676.080	5.592.917.210	6.264.067.275	7.015.755.348	7.857.645.990
Total ingreso bruto mensual	2.285.379.094	2.544.744.899	2.833.545.917	3.173.571.427	3.554.399.998	3.980.927.998	4.458.639.357	4.993.676.080	5.592.917.210	6.264.067.275	7.015.755.348	7.857.645.990
Subtotal disponible ANTES de gastos	2.729.031.951	3.071.166.319	3.533.814.998	3.999.888.943	4.529.454.666	5.131.492.506	5.816.305.477	6.595.722.101	7.483.331.515	8.494.756.155	9.647.968.227	10.963.657.187

Salidas de Efectivo	2.019	2.020	2.021	2.022	2.023	2.024	2.025	2.026	2.027	2.028	2.029	2.030
gastos de administración	-592.562.537	-637.004.727	-684.780.082	-739.562.488	-798.727.487	-862.625.686	-931.635.741	-1.006.166.600	-1.086.659.929	-1.173.592.723	-1.267.480.141	-1.368.878.552
costo de ventas pago a proveedor	-1.202.250.000	-1.262.362.500	-1.325.480.625	-1.391.754.656	-1.461.342.389	-1.534.409.508	-1.611.129.983	-1.691.686.483	-1.776.270.807	-1.865.084.247	-1.958.338.565	-2.056.255.493
Pago de aportes a la seguridad social y parafiscales	-150.096.091	-161.353.297	-173.454.795	-186.463.905	-200.448.697	-215.448.349	-231.643.526	-249.016.790	-267.693.050	-287.770.028	-287.770.036	-309.352.788
Pagos de prestaciones sociales (primas, vacaciones, etc)	-74.070.317	-79.625.592	-85.597.510	-92.017.323	-98.918.622	-106.337.519	-114.312.833	-122.886.259	-132.102.767	-142.010.475	-152.661.261	-164.110.855
Gastos de ventas												
Pagos de servicios públicos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pagos de arrendamientos de locales, maquinarias o vehículos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Proyecto	-118.988.420	-118.988.420										
Pagos de impuestos Renta 25%	-31.307.169	-46.205.511	-52.141.492	-58.697.362	-66.438.135	-83.684.808	-85.026.044	-95.750.751	-107.555.585	-120.693.645	-135.282.442	-151.393.730

Pagos de impuestos a la Equidad 9%	-11.270.581	-16.633.984	-18.770.937	-21.131.050	-23.917.729	-30.126.531	-30.609.376	-34.470.270	-38.720.011	-43.449.712	-48.701.679	-54.501.743
Pagos de dividendos o participaciones a los socios o accionistas	0	0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Subtotal Salidas de efectivo en el Año	-2.180.545.115	-2.322.174.031	-2.340.225.441	-2.489.626.783	-2.649.793.057	-2.832.632.398	-3.004.357.499	-3.199.977.148	-3.409.002.143	-3.632.600.823	-3.850.234.116	-4.104.493.152
Total Salidas de efectivo en el Año	-2.180.545.115	-2.322.174.031	-2.340.225.441	-2.489.626.783	-2.649.793.057	-2.832.632.398	-3.004.357.499	-3.199.977.148	-3.409.002.143	-3.632.600.823	-3.850.234.116	-4.104.493.152
Sobrante (o faltante) del año	104.833.979	222.570.868	493.320.476	683.944.644	904.606.941	1.148.295.600	1.454.281.858	1.793.698.932	2.183.915.067	2.631.466.452	3.165.521.232	3.753.152.838
Cuanto representa dicho sobrante (o faltante) con respecto al ingreso bruto del mes?	5%	9%	17%	22%	25%	29%	33%	36%	39%	42%	45%	48%
Dinero líquido disponible al final del Año	548.486.836	748.992.288	1.193.589.557	1.510.262.160	1.879.661.609	2.298.860.108	2.811.947.978	3.395.744.953	4.074.329.372	4.862.155.332	5.797.734.111	6.859.164.035

ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS	2.019	2.020	2.021	2.022	2.023	2.024	2.025	2.026	2.027	2.028	2.029	2.030
VENTAS TOTALES	2.285.379.094	2.544.744.899	2.833.545.917	3.173.571.427	3.554.399.998	3.980.927.998	4.458.639.357	4.993.676.080	5.592.917.210	6.264.067.275	7.015.755.348	7.857.645.990
TASA DE DESCUENTO	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%
VENTAS REALES TOTALES	2.077.617.358	2.313.404.454	2.575.950.834	2.885.064.934	3.231.272.725	3.619.025.453	4.053.308.506	4.539.705.527	5.084.470.191	5.694.606.614	6.377.959.407	7.143.314.536
COSTOS DE VENTAS	-1.202.250.000	-1.262.362.500	-1.325.480.625	-1.391.754.656	-1.461.342.389	-1.534.409.508	-1.611.129.983	-1.691.686.483	-1.776.270.807	-1.865.084.247	-1.958.338.565	-2.056.255.493
UTILIDAD BRUTA OPERACIONAL	875.367.358	1.051.041.954	1.250.470.209	1.493.310.278	1.769.930.336	2.084.615.945	2.442.178.523	2.848.019.044	3.308.199.384	3.829.522.367	4.419.620.842	5.087.059.043
GASTOS OPERACIONALES DE ADMINISTRACION	-816.728.945	-877.983.616	-943.832.387	-1.018.043.716	-1.098.094.806	-1.184.411.554	-1.277.592.100	-1.378.069.649	-1.486.455.746	-1.603.373.226	-1.707.911.438	-1.842.342.195
GASTOS OPERACIONALES DE VENTAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
UTILIDAD OPERACIONAL	58.638.413	173.058.338	306.637.822	475.266.562	671.835.530	900.204.391	1.164.586.423	1.469.949.395	1.821.743.638	2.226.149.141	2.711.709.404	3.244.716.848
GASTOS NO OPERACIONALES - Financieros	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
UTILIDAD NETA ANTES DE IMPUESTOS	58.638.413	173.058.338	306.637.822	475.266.562	671.835.530	900.204.391	1.164.586.423	1.469.949.395	1.821.743.638	2.226.149.141	2.711.709.404	3.244.716.848
IMPUESTO SOBRE LA RENTA 25%	-31.307.169	-46.205.511	-52.141.492	-58.697.362	-66.438.135	-83.684.808	-85.026.044	-95.750.751	-107.555.585	-120.693.645	-135.282.442	-151.393.730
IMPUESTOS A LA EQUIDAD 25%	-11.270.581	-16.633.984	-18.770.937	-21.131.050	-23.917.729	-30.126.531	-30.609.376	-34.470.270	-38.720.011	-43.449.712	-48.701.679	-54.501.743
UTILIDAD LIQUIDA	16.060.663	110.218.843	235.725.393	395.438.150	581.479.666	786.393.052	1.048.951.003	1.339.728.374	1.675.468.042	2.062.005.784	2.527.725.283	3.038.821.375
RESERVAS	0	0	52.177.376	0	0	0	0	0	0	0	0	0
UTILIDAD DEL EJERCICIO	16.060.663	110.218.843	287.902.769	395.438.150	581.479.666	786.393.052	1.048.951.003	1.339.728.374	1.675.468.042	2.062.005.784	2.527.725.283	3.038.821.375
COMPARACION TOTAL INGRESO BRUTO	-174.030.892	-225.666.430	-250.186.643	-277.082.919	-308.127.552	-368.939.583	-381.438.069	-423.412.162	-469.382.118	-520.176.682	-576.211.560	-637.765.862

Fuente: construcción del autor.

Tabla 36.
Calculo del VAN y TIR.

	<i>Período</i>	<i>Flujo de Fondos</i>
Desembolso	0	-528.131.055
Cash Flows	1	0
	2	155.165.835
	3	98.328.924
	4	180.979.850
	5	302.962.399
	6	440.615.938
	7	595.576.974
	8	770.973.652
	9	991.901.548
	10	1.216.370.307
	11	1.469.152.295
	12	1.753.099.045
	13	2.071.730.274
	14	2.428.875.930
	15	2.828.555.387
	16	3.275.632.531
	17	3.775.314.908
	18	4.332.412.171
	19	4.952.922.776
	20	5.643.572.830

TIR	0,45	44,00%
VAN	\$ 2.608.900,01	

Fuente: construcción de los autores.

Para la operación del producto en general se estiman ventas de \$1.831.699.125 anuales.

Con base en los resultados obtenidos en el flujo caja, la elaboración del presupuesto y cronograma de actividades, se calcula en la siguiente tabla los indicadores para determinar la viabilidad del proyecto: TIR, VAN, Razones de rentabilidad, en donde se obtienen los siguientes resultados, después de impuestos:

Tabla 37.
Indicadores financieros.

Indicador	Valor
VAN	\$ 2.608.900,01
TIR	44%
<i>Razones de rentabilidad</i>	
Ebitda	utilidad antes de impuestos e intereses \$553.515.608
ROI Rentabilidad del activo	ebit/inversión 4,80%

Fuente: construcción de los autores.

2.3.6. Análisis de Sensibilidad.

Se realiza el análisis de sensibilidad en el que se evalúan dos escenarios, uno optimista donde se obtiene indicadores financieros altos y uno pesimista donde los ingresos por ventas son inferiores. Para este caso, no puede estar basado en precios de competencia ya que la estructura tarifaria depende de la situación de la Entidad y de variables dadas por las Resoluciones CRA 351 y 352 y tomando como base el promedio de los últimos cuatro meses de suscriptores, toneladas dispuestas, toneladas aforadas y datos específicos de la Empresa.

2.4. Estudio Social y Ambiental

2.4.1. Balance Social

En cumplimiento del artículo 1.3.4.6, de la Resolución CRA 151 de 2001 y a efectos de permitir el control social de los servicios públicos, ESPUCAL hizo en su página web la publicación sobre la gestión del 2021:

Tabla 38.
Gestión 2021.

NÚMERO DE USUARIOS	NÚMERO DE USUARIOS					Facturado \$ millones/año			Subsidio (-)
	Acueducto	Alcantarillado	Aseo	Con medidor	Consumo m3	Acueducto	Alcantarillado	Aseo	Aporte (+)
BAJO BAJO	31	32	32	31	5624	\$ 6,623,068	\$ 6,749,673	\$ 2,176,490	70
BAJO	3186	3210	3280	3186	329609	\$ 529,467,948	\$ 485,909,998	\$ 446,359,804	40
MEDIO BAJO	1006	989	996	1006	128547	\$ 268,272,981	\$ 241,477,938	\$ 230,175,139	15
MEDIO	717	696	706	717	65830	\$ 169,158,940	\$ 145,891,712	\$ 167,762,786	0
MEDIO ALTO	0	0	0	0	2748	\$ 9,995,991	\$ 8,542,520	\$ 9,342,648	50
ALTO	0	0	0	0	1304	\$ 4,323,688	\$ 3,888,579	\$ 2,558,692	60
INDUSTRIAL	12	12	12	12	2597	\$ 6,850,185	\$ 6,693,692	\$ 3,813,657	30
COMERCIAL	353	354	361	353	53476	\$ 176,430,242	\$ 155,327,770	\$ 130,609,525	50
ESPECIAL	0	0	0	0	0	\$ -	\$ -	\$ -	0
OFICIAL	50	50	50	50	7950	\$ 17,366,880	\$ 16,469,400	\$ 11,973,320	0
TOTALES	5355	5343	5437	5355	597685	\$ 1,188,489,923	\$ 1,070,951,282	\$ 1,004,772,061	

Fuente: Tomado de <http://www.espucal.gov.co/noticias/publicacion-de-indicadores-para-control-social-gestion>.

Tabla 39.
Costos unitarios.

COSTOS UNITARIOS	VALOR
Costo M3 de agua ACUEDUCTO	\$ 1.660,36
Costo M3 vertido ALCANTARILLADO	\$ 1.860,45
Costo Recolección y transporte ASEO Urbano	\$149.34
Costo Recolección y transporte ASEO Rural	\$270.65
Costo unitario \$/M3 agua residual tratada	\$ 1.041,46
Costo Disposición Final ASEO	\$ 32.985,8
Variación porcentual tarifa \$ /M3 Acude. y Alcantarillado	3,01% y 28,4%
Nº de solicitudes de conexión presentadas	296
Nº de solicitudes de conexión atendidas	296
Produc. promedio mensual de r. sólidos (tons)	550,95
Frecuencia de recolección por semana	2
Fuentes de abastecimiento	Q. San Lorenzo y EAAB
Tiempo de suspensión promedio S. Acueducto	154 horas en el año
Tipo de disposición final	R. Sanitario N. Mondoñedo
Nº de quejas formuladas	129
Nº de quejas atendidas	129
No. trabajadores por cada 1000 usuarios	10.45

Tabla 40.
Indicadores de gestión.

INDICADORES DE GESTIÓN	META	LOGRO
Continuidad del servicio Acueducto	100%	99%
Índice de agua no contabilizada	>35%NAC	33%NAC
Pérdidas técnicas	>30%	38%
Pérdidas comerciales	>30%	38%
Calidad del agua, IRCA:	0%	0%
Cobertura del servicio de Acueducto	100	100
Cobertura del servicio de alcantarillado	100	99
Eficiencia en el nivel de recaudo	90% URB	88% Urb
	85% RURAL	77% Rural
Continuidad del servicio de recolección	100%	100%
Continuidad del servicio de barrido	100%	100%
Ejecución de inversiones acueducto	100%	80%
Ejecución de inversiones alcantarillado	100%	100%
Eficiencia Laboral Acueducto, \$/M3	851.17	875.30
Eficiencia Laboral Alcantarillado, \$/M3	758	1.283,74
Eficiencia Laboral Aseo, \$ / tons	118.976	143.811,66
Cobertura del servicio de Aseo	100%	100%

Fuente: Tomado de <http://www.espucal.gov.co/noticias/publicacion-de-indicadores-para-control-social-gestion>.

2.4.2. Descripción y Categorización de Impactos Ambientales

Medio ambiente se entiende como el entorno en el que interactúan factores naturales, físicos, culturales y sociales con el ser humano, es la fuente de los recursos naturales que suministra materia prima y energía, recursos indispensables para la existencia y supervivencia del planeta, solo una parte de estos recursos es renovable, escenario que conlleva a tener un trato cuidadoso e invaluable que prevenga un resultado irreversible.

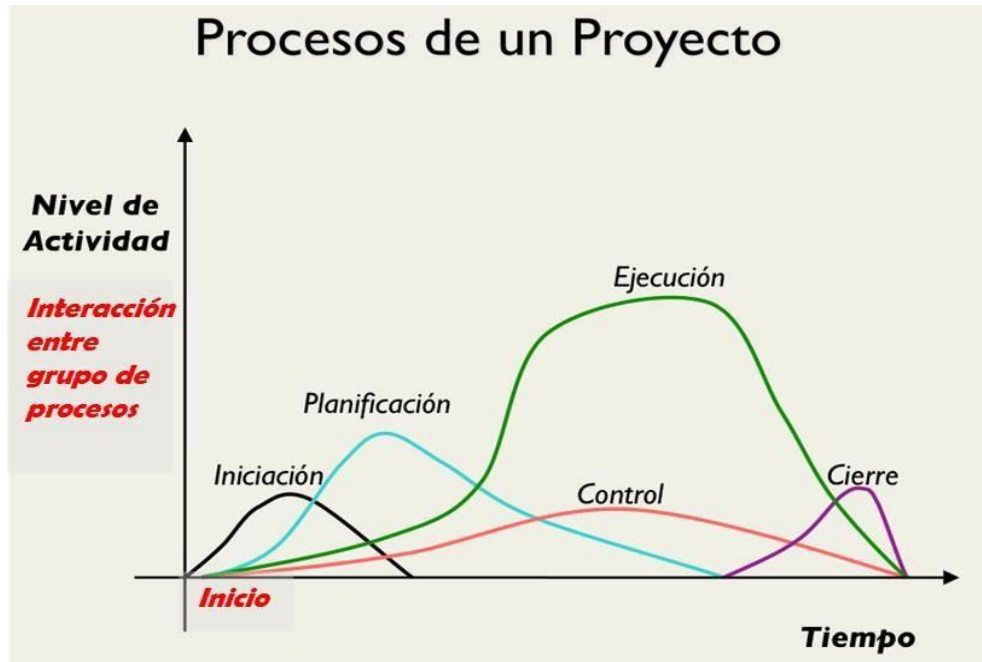
Por otro lado, Impacto ambiental es toda actividad que resulta de la interacción del hombre con los recursos naturales, se puede generar por tres ejes fundamentales, por la existencia en sí de proyecto o actividad, por los recursos que se emplean y por la generación de residuos, estos se pueden clasificar de acuerdo a su efecto en: irreversibles, temporales, reversibles o persistentes.

Toda acción humana independiente de su objeto tiende a emprender un impacto ambiental en diferentes aspectos, el alcance de este proyecto, dirigido a la consultoría sobre el diseño de un sistema de tratamiento de agua potable, el cual se basa en el desarrollo de actividades administrativas enfocadas a la recopilación y manejo de información sobre reducción de costo de operación para suministro de agua potable en el municipio de la Calera.

Expuesto lo anterior se evaluará la interacción que se produzca por la ejecución del objeto de este proyecto con los recursos naturales: agua, suelo y aire, convertidos en el consumo de agua y energía eléctrica, generación de residuos sólidos y huella de Carbono.

2.4.3. Análisis Ciclo de Vida del Producto, Bien o Servicio

Se definen las etapas para llevar a cabo el proyecto, basados en la experiencia, ingeniería y la operación de sistemas de acueducto en Colombia.



Gráfica 3.

Base de estructuración del proyecto
Fuente: Informe ESPUCAL 2015-2019

Expuestas las condiciones y objetivos se ha planteado desglosar las actividades del proyecto en cinco (5) fases, cada una representa y facilita el análisis de las etapas y a su vez los objetivos específicos, estas fases son: Gestión de Recursos, Fase Inicial, Fase de Planificación, Ejecución de Proyecto y Fase de Cierre.

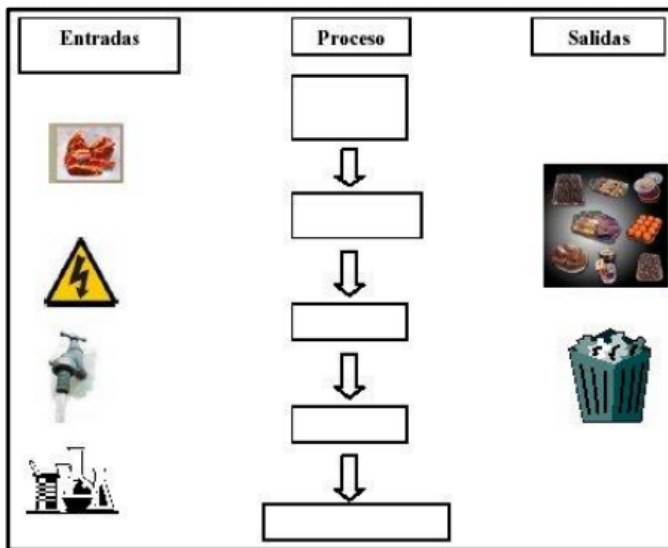
- **Gestión de recursos:** Fase en que la empresa recopila los datos que posan en los archivos del municipio y de la empresa ESPUCAL, para con esta información presentar y viabilizar la alternativa que mejor encaja con los objetivos del acueducto y la alcaldía, cabe resaltar que cualquiera que sea la alternativa escogida, el principio fundamental es ejecutar el proyecto en pro de la comunidad y de cuidar los recursos públicos y ambientales.
- **Fase inicial:** Con la alternativa elegida, los datos recopilados por medio de análisis estadísticos y proyecciones, se procede a cuantificar y pre-dimensionar los tiempos, costos y obras civiles necesarias para poder generar el acta de inicio de la Consultoría.

- **Gestión de planificación:** Luego de haber realizado el análisis estadístico, se procede a emitir las condiciones y requerimientos mínimos con los cuales se deben realizar los diseños para ejecutar las obras civiles, como finalización de este proceso, se debe emitir los pliegos de licitación para que ESPUCAL inicie el trámite pertinente. Cabe aclarar que hasta esta fase, el equipo de consultoría tendrá injerencia en el proyecto, dado que es precisamente hasta acá que se tiene contemplado el alcance del mismo.
- **Ejecución del proyecto:** Es propia de la obra civil en donde se ejecutarán las obras expuestas en los diseños y pliegos de licitación.
- **Fase de cierre:** Es en la cual se deben evaluar los objetivos y de esta forma calcular la disminución final y proyectada de la compra de agua en bloque al Acueducto de Bogotá.

2.4.4. Definición de Flujo de Entradas y Salidas

La identificación y evaluación de impactos ambientales, independiente de su actividad requiere el análisis y estudio del flujo de entradas y salidas para cada proceso.

Figura 13.
Flujo de entrada y salida



Fuente: Herramienta de diagnóstico, Alcaldía Mayor de Bogotá, Secretaria Distrital de Ambiente

Particularmente del objeto de una actividad, tiempo de ejecución y espacio, estas se divide en procesos y tareas que conllevan a obtención de resultados que impactan al medio ambiente.

Se busca identificar cuáles son las entradas que se requieren para el desarrollo del presente proyecto, evaluar el proceso o desarrollo de este estudio y por último reconocer las salidas, que se convierten en los resultados de todo el proceso y por ende los impactos generados por el desarrollo de este.

2.4.5. Cálculo de Impacto Ambiental Bajo Criterios P5TM

Después de haber evaluado las actividades a desarrollar, el flujo de entradas y salidas, se procede a calcular el impacto ambiental generado por la ejecución del presente proyecto.

Existen varias metodologías para evaluar el impacto ambiental generado por cualquier tipo de actividad o proyecto, la base de la evaluación se concentra en la identificación, valoración y control, el presente proyecto empleara como metodología el P5 MT, este es el estándar de GPM global para la sostenibilidad que se basa en las personas, planeta, beneficio, proceso y producto. El eje central de este estándar es el enfoque de los diferentes procesos y los productos o servicios, ideal para definir qué y cómo medir un proyecto por los impactos relacionados con la sostenibilidad.

La evaluación de los impactos bajo este estándar se basa en tres líneas fundamentales, que son el ámbito social, ambiental y financiero, finalmente el empleo de esta herramienta permite información base para ayudar en el cierre del proyecto y presentar lecciones aprendidas para futuros proyectos, esta información resultante se enfoca en medidas a adoptar para mitigar riesgos de sostenibilidad, propuestas de acciones de mejora para nuevos proyectos y consolidación de resultados en informes de sostenibilidad.

Durante el proceso de consultoría, el impacto ambiental es mínimo, ya que gran parte del tiempo de las actividades preliminares al inicio de la construcción de la nueva PTAP y obras anexas son actividades administrativas, que incurrirían en gastos de energía y emisiones de CO₂, impactos que se mitigarían con el cálculo de la huella de Carbono y su respectiva compensación.

2.4.6. Cálculo de Huella de Carbono

Por mínima que sea una actividad, siempre se verá involucrado el medio ambiente, directa o indirectamente, una de las afectaciones más contundentes en la actualidad, es la contaminación atmosférica, existe un indicador ambiental que calcula aproximadamente las emisiones de gas efecto invernadero resultantes de una actividad individual, grupal o producto, esta herramienta es conocida como Huella de Carbono. Para este proyecto y como se explicó anteriormente, el aporte a esta contaminación estará dado por los desplazamientos terrestres y consumo de agua y energía durante el ejercicio de las actividades señaladas, es así que el impacto ambiental solo será medido por los desplazamientos terrestres de los integrantes del grupo de trabajo y el consumo energético de los equipos de cómputo y luz artificial que se requiera.

Los cálculos se realizaron a través de una calculadora *Web*, gracias a la iniciativa de la organización CeroCO₂, la cual a través de su página en internet permite por medio de una calculadora en línea conocer la cantidad de aporte de emisiones de Gases de efecto invernadero (GEI) y a su vez poder tener un plan de compensación.

Para poner números redondos y dar un valor aproximado de la huella de Carbono, se tomaron las distancias de desplazamiento de cada uno de los individuos que participan en la consultoría y que hacen parte del proyecto y con las proyecciones del tiempo que dura su actividad, estos valores se ingresaron en la calculadora, de igual forma se contabilizó el gasto de energía eléctrica de los computadores personales y las bombillas necesarias para la actividad, para poder

ingresar el dato en la calculadora, en las siguientes tablas se hace el resumen del cálculo de los datos.

Tabla 41.

Cálculo de kilómetros recorridos en vehículo.

NOMBRE	DISTANCIA	RECORRIDO	TIEMPO	TOTAL
Camilo A. Cortes	53.0 km	Ida y Vuelta	96 días	10176m
Diana Parra	33.5 km	Ida y Vuelta	96 días	6432m
Ludy Vargas	0.45 km	Ida y Vuelta	9672 días	86.4

Fuente: construcción de los autores.

Tabla 42.

Cálculo de consumo de energía eléctrica.

ITEM	CONSUMO	ACTIVIDAD	TIEMPO	TOTAL
Computadores (3)	69.4 V/h	12 Horas	96 días	239.85 kW
Iluminación (2) (bombillas de 60 W)	120 W	12 Horas	96 días	138.24 kW
Carga de Celular (3) (celulares 5 W)	15 W	2 Horas	96 días	2.88 kW

Fuente: construcción de los autores.

Figura 14.
Cálculo de huella de carbono



Fuente: <https://www.ceroco2.org/calculadoras/calculoGEI>

2.4.7. Estrategias de Mitigación de Impacto Ambiental

El objeto de la evaluación ambiental de cualquier proyecto o actividad, es identificar el impacto ambiental y la definición de estrategias que mitiguen en cierta proporción el efecto producido hacia el medio ambiente.

Evaluated e identificado los impactos ambientales, se procede a definir las acciones que apunten a la toma de medidas de mitigación referentes a esos impactos ambientales producto del desarrollo del proyecto, para este las medidas de mitigación van encaminadas a la educación y capacitación de los habitantes y sobre todo a los trabajadores, acerca del cuidado y buen uso del recurso hídrico y así mismo, de la mano con el municipio y la CAR realizar una campaña de siembra de árboles nativos como forma de compensación por la emisión de CO₂ y la intervención del área de la construcción del nuevo sistema de tratamiento, a través del programa “Arborización de la Fuente de captación de la quebrada San Lorenzo”.

2.4.8. Definición del Impacto Social

En general el impacto social generado con el proyecto es netamente positivo, debido al mejoramiento del servicio a causa del aumento del servicio, además del ágil y eficiente servicio prestado que se realiza a causa de la constante intención de mantenimiento y adecuación del sistema.

3. Inicio y Planeación del Proyecto

3.1. Aprobación del Proyecto (Project Charter)

Para lograr llevar a cabo la aprobación y éxito de este proyecto, se requiere inicialmente generar conciencia de beneficio en los interesados, así como garantizar el apoyo económico por parte de los mismos, con el propósito de cumplir con sus expectativas financieras futuras, así como con la producción propia, el aprovechamiento adecuado de la capacidad instalada y la comercialización del producto final para lograr las retribuciones esperadas.

Tabla 43.

Acta de constitución del proyecto.

NOMBRE DEL PROYECTO	SIGLAS
Reducción de costos de operación para suministro de agua potable municipio de la calera	ESPUCAL S.A.S
DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:	
Implementar la guía PMBOK, con el fin de reducir los costos en el suministro de agua.	
DEFINICIÓN DEL PRODUCTO DEL PROYECTO:	
Se elaborará un estudio de mercado, con el fin de demostrar la forma adecuada de reducir los costos y su factibilidad.	
DEFICIÓN DE REQUERIMIENTOS DEL PROYECTO:	
Implementación de la guía PMBOK. - Cumplir con el alcance. - Cumplir con los objetivos.	
OBJETIVOS DEL PROYECTO:	
<ul style="list-style-type: none"> - Implementar durante la estructuración del proyecto la metodología cuantitativa con el instrumento PMBOK. - Elaboración de un diagnóstico inicial de la empresa de Servicios Públicos de La Calera ESPUCAL. - Proponer alternativas para la reducción de costos en el suministro de agua potable. - Analizar a través del trabajo de campo la factibilidad de este proyecto. 	
RESTRICCIONES:	
- Cualquier cambio requerido deberá ser autorizado por el gerente del acueducto.	
JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO:	
La Alcaldía de la Calera ha aceptado los servicios profesionales para la elaboración de un proyecto que permitirá reducir los costos de operación para el suministro de agua potable.	
DESIGNACIÓN DEL DIRECTOR DEL PROYECTO:	
Nombre: Ludy Rocío Vargas Vargas.	
Reporta a: Camilo Andrés Cortes Lugo	
Supervisa a: Diana Marcela Parra Sánchez (Finanzas)	

Nivel de autoridad: puede afectar presupuesto	
<ul style="list-style-type: none"> - Presidente. - Director del proyecto. - Encargado de finanzas. 	
CRONOGRAMA DE HITOS DEL PROYECTO:	
<ul style="list-style-type: none"> - Inicio. - Diagnostico. - Capacitación del personal. - Entrega del proyecto. 	
ORGANIZACIONES O GRUPOS QUE INTERVIENEN EN EL PROYECTO:	
ROL DE LA ORGANIZACIÓN	ROL DENTRO DEL PROYECTO
Alcaldía de la Calera	Empresa contratante
PRINCIPALES AMENAZAS DEL PROYECTO (RIESGOS):	
Desabastecimiento del sector.	
PRINCIPALES OPORTUNIDADES DEL PROYECTO:	
Reducción de compra de agua.	
PRESUPUESTO PRELIMINAR DEL PROYECTO:	
PATROCINADOR QUE AUTORIZA EL PROYECTO:	
NOMBRE	Alcaldía de la Calera – Bogotá
EMPRESA:	Alcaldía de la Calera – Bogotá
FECHA:	11 de marzo de 2020

Fuente: construcción de los autores.

3.2. Plan de Gestión del Proyecto

3.2.1 Plan de Gestión de Interesados

a. Identificación y categorización de interesados: Antes de entrar en la materia del análisis de actores, vale la pena reiterar que la investigación de los interesados directamente o indirectamente, es un proceso de planificación, el plan o sus programas o que afecta o es afectado positivo o negativamente para la ejecución y resultados de los mismos, el resultado de la naturaleza de los datos es lo que hace la diferencia, las estrategias de investigación difieren de acuerdo con las técnicas que se apliquen para la recolección de datos.

El análisis de actores involucrados se refiere a los instrumentos para la identificación y descripción de actores involucrados, sobre la base de sus atributos, relaciones e intereses con

respecto a un recurso o iniciativa dada. Este análisis se necesita para descubrir los patrones de interacción ya existentes, para apuntar a intervenciones y acercamientos, como una herramienta de gerencia en la formulación de políticas y como una herramienta para predecir y/o manejar conflictos.

La estrategia de gestión de los grupos de interés para el proyecto es utilizada para identificar y clasificar los interesados en el proyecto, determinar la potencia de los interesados, el interés y la influencia, además de contar con un diagnóstico del servicio de acueducto donde se vea el costo que corresponde a la compra de agua en Bloque vs producción propia a través del Acueducto San Lorenzo, para cumplir con la demanda actual, pero también para determinar las necesidades de rehabilitación y expansión de la infraestructura existente para una producción propia del Acueducto San Lorenzo y asegurar un plan de inversiones óptimo, que minimice los impactos de las tarifas de los usuarios

La identificación temprana y la comunicación con las partes interesadas es imprescindible para garantizar el éxito del proyecto mediante la obtención de apoyo y las aportaciones, algunas partes interesadas pueden tener intereses que pueden resultar afectados positiva o negativamente por el Proyecto de Reducción de los costos de operación para el suministro de agua Potable para el Municipio de La Calera, al iniciar una comunicación rápida y frecuente, con la gestión de los interesados, podemos de manera más eficaz gestionar y equilibrar estos intereses durante el cumplimiento de todas las tareas del proyecto.

El análisis de los actores es un proceso en el que se analiza principalmente información recopilada:

- Determinar sus intereses en relación con la propuesta del proyecto.
- Identificar a los actores clave que ejercen una mayor influencia por su poder o liderazgo.

- Determinar los temas o puntos más importantes para el diseño, desarrollo o implementación en el proyecto.

Determinando e identificando la importancia de las personas claves, o los grupos de personas que pueden influenciar significativamente en el éxito del proyecto, con estos actores identificados podemos determinar los intereses del proyecto.

La empresa de servicios públicos de la calera ESPUCAL, ofrece los servicios AAA (Acueducto, Alcantarillado y Aseo), para lo que nos concierne respecto al servicio de Acueducto, su gran debilidad es la falta de inversión en infraestructura para poder llegar a todos los puntos que componen el casco urbano, su capacidad limitada de captación de agua desde la Quebrada San Lorenzo, la falta de mantenimiento y optimización del sistema existente y sus altos índices de agua no contabilizada. Para lo cual, los interesados se clasifican así:

- a.) Alcaldía de la Calera: La Alcaldía de la Calera indirectamente, Asegurar la sostenibilidad del municipio logrando una gestión sostenible.
- b.) Usuarios Residenciales: Los usuarios Residenciales Directamente, ya que son los interesados de la disminución del consumo de agua en bloque de la AAB.
- c.) Usuarios Industriales: Los usuarios Industriales directamente, ya que son los interesados de la disminución del consumo de agua en bloque de la AAB
- d.) CAR: La CAR indirectamente, Apoyo en la propuesta para su desarrollo óptimo.
- e.) Diseñadores: cumplir con los requerimientos establecidos para la calidad, cantidad y oportunidad de mejoramiento de la PTAP.

b. Matriz de interesados (Poder –Influencia, Poder – impacto): Las tablas 44 y 45 a continuación se utilizan para establecer los interesados y sus niveles de poder para su uso en el gráfico de potencia / interés como parte del análisis de los interesados.

Tabla 44.
Interesados.

Posible StakeHolder	1	2	3	4	5
ESPUCAL	Directamente	Sí	Sí	Sí	Sí
Alcaldía de la Calera	Indirectamente	Sí	Sí	No	Sí
Usuarios Residenciales	Directamente	No	No	No	Sí
Usuarios Industriales	Directamente	No	No	No	Sí
CAR	Indirectamente	Sí	No	Sí	Sí
DISEÑADORES	Directamente	Sí	Si	Sí	Sí

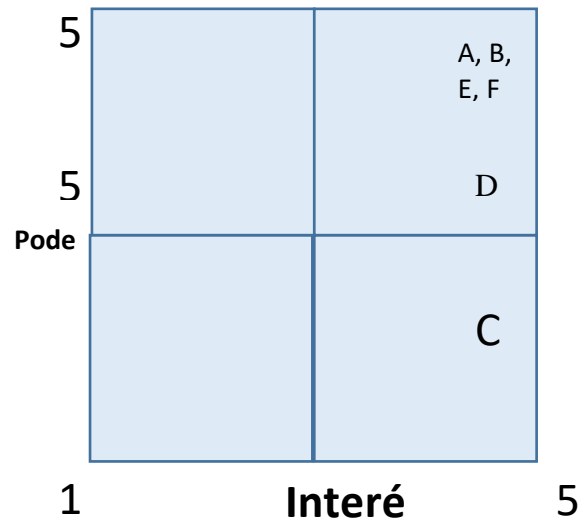
Fuente: construcción de los autores.

Tabla 45.
Poder/interés.

Stakeholder		Poder (1-5)	Interés (1-5)
A	ESPUCAL	5	5
B	Alcaldía de la Calera	5	5
C	Usuarios Residenciales	2	5
D	Usuarios Industriales	3	5
E	CAR	5	5
F	DISEÑADORES	5	5

Fuente: construcción de los autores.

c. Matriz dependencia influencia: A continuación, se muestra el gráfico de potencia / interés para los interesados en el proyecto **REDUCCION EN EL COSTO DE OPERACIÓN PARA EL SUMINISTRO DE AGUA POTABLE PARA EL MUNICIPIO DE LA CALERA.** Cada letra representa una de las partes interesadas de conformidad con la llave en la tabla anterior.



Gráfica 4

Potencia/interés.

Fuente: Elaboración propia.

Enfocándose en el gráfico anterior, se puede deducir que las partes interesadas A, B y E, F en el cuadrante superior derecho, son actores clave y deben participar en todos los niveles de planificación del proyecto y la gestión del cambio. Además, las partes interesadas A, B y E deben ser miembros participativos en todas las reuniones de estado del proyecto, opiniones y reuniones especiales según sea necesario.

d. Matriz de Temas y Respuestas: La matriz de análisis de los interesados es utilizado para capturar preocupaciones de los interesados, el nivel de participación y la estrategia de gestión, basada en el análisis de los interesados y de la matriz / potencia por encima de los intereses. La matriz de análisis de los interesados será revisada y actualizada en la duración del proyecto, con el fin de captar nuevas preocupaciones o esfuerzos de estrategia de gestión de los interesados.

Tabla 46.
Matriz de temas y respuestas.

Stakeholder		Intereses del Actor	Cuadrante	Estrategia
A	Alcaldía de la Calera	Asegurar la sostenibilidad del municipio logrando una gestión sostenible	Actor clave	- Comunicar continuamente avances de la propuesta para retroalimentación desde un punto de vista de gestión pública. - Comunicar los resultados.
B	ESPUCAL	Mejoramiento en la infraestructura para aumentar su capacidad y reducir costos	Actor clave	- Comunicar continuamente avances la propuesta para retroalimentación técnica. - Comunicar los resultados.
B	Alcaldía de la Calera	Asegurar la sostenibilidad del municipio logrando una gestión sostenible	Actor clave	- Comunicar continuamente avances de la propuesta para retroalimentación desde un punto de vista de gestión pública. - Comunicar los resultados.
C	Usuarios Residenciales	Disminución del costo por consumo de m ³	Mantener Informados	- Comunicación del proyecto.
D	Usuarios Industriales	Disminución del costo por consumo de m ³	Mantener Informados	- Comunicación del proyecto.
E	CAR	Apoyo en la propuesta para su desarrollo óptimo	Actor Clave	- Comunicar continuamente avances la propuesta para retroalimentación desde un punto de vista de gestión pública. - Comunicar los resultados.
F	DISEÑADORES	Apoyo en la infraestructura del diseño para ampliar la capacidad de producción	Actor Clave	- Comunicar continuamente avances y cumplir con los requerimientos establecidos para la calidad, cantidad y oportunidad de mejoramiento.

Fuente: construcción de los autores.

El análisis de los actores es un proceso en el que se analiza principalmente información recopilada:

- Determinar sus intereses en relación con la propuesta del proyecto.
- Identificar a los actores clave que ejercen una mayor influencia por su poder o liderazgo.
- Determinar los temas o puntos más importantes para el diseño, desarrollo o implementación en el proyecto.

Determinando e identificando la importancia de las personas claves, o los grupos de personas que pueden influenciar significativamente el éxito del proyecto, como se hizo anteriormente, con estos actores identificados podemos determinar los intereses del proyecto.

- La empresa de servicios públicos de la calera ESPUCAL: ofrece los servicios AAA (Acueducto, Alcantarillado y Aseo), para lo que nos concierne respecto al servicio de Acueducto, su gran debilidad es la falta de inversión en infraestructura para poder llegar a todos los puntos que componen el casco urbano, su capacidad limitada de captación de agua desde la Quebrada San Lorenzo, la falta de mantenimiento y optimización del sistema existente y sus altos índices de agua no contabilizada.
- Alcaldía de la Calera: La Alcaldía de la Calera indirectamente, Asegurar la sostenibilidad del municipio logrando una gestión sostenible.
- Usuarios Residenciales: Los usuarios Residenciales Directamente, ya que son los interesados de la disminución del consumo de agua en bloque de la AAB.
- Usuarios Industriales: Los usuarios Industriales directamente, ya que son los interesados de la disminución del consumo de agua en bloque de la AAB
- CAR: La CAR indirectamente, Apoyo en la propuesta para su desarrollo óptimo.
- Diseñadores: cumplir con los requerimientos establecidos para la calidad, cantidad y oportunidad de mejoramiento de la PTAP.

3.2.2 Plan de gestión de Alcance

a. Acta de declaración del alcance (Project Scope Statement):

Tabla 48.

Acta de declaración de alcance.

DESCRIPCIÓN DEL ALCANCE DEL PROYECTO	
Requisitos:	Características:
Implementar durante la estructuración del proyecto la metodología cuantitativa con el instrumento PMBOK.	Metodología cualitativa
Elaboración de un diagnóstico inicial de la empresa de Servicios Públicos de La Calera ESPUCAL.	Diagnóstico de la empresa de Servicios Públicos de la Calera - ESPUCAL
Proponer alternativas para la reducción de costos en el suministro de agua potable.	Alternativas de reducción de costos
Analizar a través del trabajo de campo la factibilidad de este proyecto.	Factibilidad del proyecto

CRITERIOS DE ACEPTACIÓN DEL PROYECTO	
Conceptos:	Criterios de aceptación:
Técnico	La investigación debe cumplir el 100%
Calidad	Debe cumplirse con el 70% de nivel de satisfacción del participante
Administrativos	Todos los entregables deben aprobarse por administración
Comerciales	Se deberá cumplir con el presupuesto
Ambientales	La difusión y el desarrollo del proyecto se elaborara con el tiempo acordado

Exclusiones del proyecto	
Fases del proyecto	Productos entregables

RESTRICCIONES DEL PROYECTO	
Internos a la organización:	Productos entregables:
La contratación se debe regir bajo los lineamientos propios de una licitación que implique manejo de recursos públicos	
El proyecto no cuenta con una fuente de financiación o patrocinio fijo y depende de la aprobación del plan de desarrollo de la Alcaldía y el plan maestro del Acueducto de la Empresa de Servicios Públicos ESPUCAL	Recursos de la Alcaldía

SUPUESTOS DEL PROYECTO	
Internos a la organización:	Productos entregables:
La capacidad Hidráulica de la cuenca, específicamente de la quebrada San Lorenzo, debe mantener los niveles suficientes para continuar con el caudal actual	
La demanda nunca superará las proyecciones de servicios proyectada al año 2035	
Las condiciones meteorológicas no reducen el volumen de captación de diseño	

Fuente: construcción de los autores.

b. Matriz de trazabilidad de requisitos: Se presenta con base al producto ofrecido y la ampliación que se desea realizar para dar la rentabilidad que necesita el acueducto, se encuentra en **Anexo A**.

c. Actas de cierre de proyecto o fase: Se solicitará el informe final de gestión del proyecto, en donde el director del proyecto debe recopilar la siguiente información:

Tabla 49.

Cierre del proyecto o fase.

Nombre del proyecto:	Gerente del proyecto:	Fecha de elaboración:
Descripción de gestión del proyecto:		

Fuente: construcción de los autores.

d. Línea base de alcance con EDT/WBS: Se trabajará en las áreas del alcance, tiempo, costos y calidad de un proyecto denominado “Reducción de costos de operación para suministro de agua potable en el municipio de la Calera” con las siguientes líneas bases:

- Estructura de Desglose del Trabajo: La estructura de desglose de trabajo (EDT) es una descomposición jerárquica basada en los entregables del trabajo que debe ejecutar el equipo del proyecto para lograr los objetivos de este y crear los entregables requeridos.

- **Diccionario de la EDT:** Según este Diccionario es un documento que respalda la EDT, en el cual se presentan los entregables y los respectivos responsables del proyecto.
- **Verificación del Alcance:** Es el proceso de obtener la aceptación formal por parte de los interesados de los productos entregables y del proyecto completo.

Para asegurar el alcance, se propone como mínimo una reunión anual de contacto entre el equipo del proyecto y los asesores, adicionalmente en etapas críticas del proyecto, se propone que se realice una reunión semanal con el fin de definir las acciones a seguir y tomar decisiones que contribuyan a cumplir con los objetivos planteados para el proyecto.

La verificación del alcance se hace respecto a la línea base de esta, es importante recordar que esta verificación es un proceso preventivo y correctivo que incluye actividades como medir, examinar y verificar, para determinar si el trabajo y los entregables cumplen con los requisitos de aceptación del producto, así mismo se documentará todas las lecciones aprendidas y factores críticos de éxito que contribuyan al cumplimiento de los objetivos.

e. Diccionario de la WBS: De acuerdo al Diccionario de la EDT, se procede a efectuar el Diccionario de la misma herramienta, esto no es más que asignar responsabilidades y poder desglosar aún más las actividades necesarias para poder ejecutar el proyecto, es así que con este nivel de detalle se puede realizar una estimación más acertada del presupuesto. A continuación se presenta el diccionario del EDT del cual se estructuró el presupuesto.

Tabla 50.
Diccionario de la EDT.

EDT	ENFOQUE DE ELABORACIÓN	ACTIVIDADES A REALIZAR
1	RECOPEAGUA LC	Tareas y procesos para alcanzar la meta de reducción de costos de operación
1.1	Gestión de Recursos	Fase en la que se Gestionan los recursos Financieros necesarios para el Proyecto
1.1.1	Presentación del Proyecto ante ESPUCAL	Fase en la que se realiza presentación del pre-proyecto a la Empresa de Servicios Públicos para que realicen las respectivas observaciones
1.1.2	Estudio y Aprobación por parte de Junta Directiva (ESPUCAL)	Fase posterior la Pre-proyecto que involucra la modificación de las observaciones realizadas para luego Aprobar y presentar en la Alcaldía

1.1.3	Presentación y Viabilidad del Proyecto ante Alcaldía	Presentación de Proyecto para solicitar rubros de inversión, dineros que estaban dispuestos en el Plan de Desarrollo
1.1.4	Aprobación del plan de transferencias Recursos	Fase en la que luego de aprobar el proyecto y el presupuesto para el mismo, realizan la aprobación y programación de los desembolsos.
1.1.5	Transferencia Desembolso	Fecha en la que realizan el desembolso de los recursos financieros para el Proyecto
1.2	Fase Inicial	Fase en la que se analizan los datos entregados y se realizan las proyecciones necesarias
1.2.1	Análisis de Estudios Técnicos	Ejercicio mediante el cual se analizan y proyectan los consumos y se emite un informe de cuantificación de pérdidas
1.2.2	Acta de Constitución	Recopilación de documentos e información necesaria para redactar el acta de Constitución del Proyecto
1.2.3	Firma de Acta de Constitución	Firma del Documento que contiene el alcance y recursos necesarios para efectuar el proyecto
1.3	Fase de planificación	Fase en la que se calculan y se planifican las actividades y recursos necesarios para la ejecución del proyecto
1.3.1	Diseños Técnicos	Diseños necesarios para poder alcanzar los objetivos del proyecto
1.3.1.1	Optimización y mantenimiento de Sistema de Captación y potabilización	Actividades necesarias para optimizar y reducir pérdidas en el tanque de Almacenamiento existente, maniobras a cargo de la empresa contratada
1.3.1.2	Tanques de almacenamiento	Diseño necesario para abastecer de agua potable al municipio de acuerdo a las proyecciones realizadas
1.3.1.3	PTAP	Diseño de una segunda planta de potabilización de acuerdo a consumos proyectados
1.3.1.4	Pliegos de Licitación	Parámetros mínimos de contratación para poder efectuar las actividades necesarias que logren el objetivo del proyecto
1.3.2	Planificación	Nivel de planeación donde se involucran recursos, personal y tiempo vinculados a las actividades propias de la ejecución
1.3.3	Gestión del Proyecto	Actividad que recopila los datos obtenidos en la planificación y los involucra para establecer líneas base de tiempo y presupuesto para su posterior gestión y control
1.4	Ejecución de Proyecto	Ejecución propia de las actividades pertinentes al proyecto a cargo del contratista elegido en el proceso licitatorio
1.4.1	Proceso Licitatorio	Proceso mediante el cual la empresa ESPUCAL emite los planos y especificaciones para ejecutar las obras propuestas en el proyecto de implantación
1.4.1.1	Licitación Pública	Momento en que se hace pública la intención de ESPUCAL de abrir un proceso licitatorio para escoger un proponente idóneo y capaz de realizar las obras civiles del proyecto
1.4.1.2	Contrato Civil de obra Adjudicado	Cierre de proceso licitatorio y escogencia de proponente bajo firma de contrato
1.4.2	Optimización Captación San Lorenzo	Obras necesarias para optimizar la captación. Actividades a cargo del contratista
1.4.3	mejora y mantenimiento en PTAP Villa 70	Obras y mantenimiento necesario para disminuir las pérdidas por la fisuración actual que tiene actualmente. Actividad a cargo del contratista
1.4.4	Tanques de almacenamiento	Construcción, por parte del contratista, de tanques de almacenamiento de acuerdo a los diseños entregados
1.4.5	PTAP Nueva	Construcción, por parte del contratista, de planta de potabilización nueva de acuerdo a los diseños entregados
1.5	Fase de Cierre	Fase en que se evalúan los objetivos y se pone en funcionamiento la nueva etapa
1.5.1	Puesta en Marcha de nuevo sistema	Puesta en Marcha de nuevo sistema
1.5.2	Medición de Pérdidas	Medición de pérdidas y cuantificación de la reducción de costos operativos después de la entrada del proyecto en funcionamiento
1.5.3	Firma de Acta de cierre	Elaboración del informe final exponiendo la gestión realizada y los objetivos y recomendaciones pertinentes al nuevo proyecto

Fuente: construcción de los autores.

3.2.3. Plan de Gestión de Comunicaciones

a. Matriz de comunicaciones:

Tabla 51.

Matriz de comunicaciones.

EMISOR	OBJETO A COMUNICAR	RECEPTOR DE LA COMUNICACIÓN	CUANDO	MEDIO	RESULTADO
Involucrados	Dudas y comentarios	Involucrados	Todas las fases	Reuniones con los involucrados	Respuestas ante dudas y resultados
Involucrados	Plan del proyecto	Gerente del proyecto	Fases de preparación del proyecto	Teléfono, correo, voz a voz, carteles y folletos	Ajuste de plan de proyecto
Gerente del proyecto	Avances del proyecto	Involucrados	Cada mes	Cara a cara	Resultado del avance
Cliente	Nuevos requerimientos	Involucrados	Todas las fases	Cara a cara	Conformidad o no conformidad firmados
Gerente del proyecto	Informe de obra	Gerente del proyecto	Cada mes	Cara a cara	Informe
Analista de calidad	Informe de pruebas	Gerente del proyecto	Todas las fases	Teléfono, correo, voz a voz, carteles y folletos	análisis de calidad asignado
Involucrados	Reuniones comunitarias	Involucrados	Cada mes	Teléfono, correo, voz a voz, carteles y folletos	Informe comunitario firmado

Fuente: construcción de los autores.

b. Flujo grama de las comunicaciones (procesos de escalamiento de la información):


Tabla 52.
Plan de comunicaciones.

Fase	Entregable	Nivel de Detalle	Responsable a comunicar	Grupo receptor	Frecuencia
Fase de Inicio	Acta de Constitución	Alto	Jefe del Proyecto	Gerencia, UDP	Una sola vez
Fase de Planificación	Plan de Gestión de Proyecto	Muy Alto	Jefe del Proyecto	Gerencia, UDP	Una sola vez
Fase de Ejecución	Diseños Definitivos	Alto	Jefe del Proyecto	UDP Proveedores, usuarios	Semanal
	Proceso Licitatorio	Alto			
	Optimización Captación San Lorenzo	Alto			
	Mejoras en la Aducción del Agua cruda	Alto			
	Mejoras en la PTAP Villa 70	Alto			
	Dos Tanques de Almacenamiento (400m3) c/u.	Alto			
	Mejoras en Tanque de Almacenamiento Impermeabilización.	Alto			
	Construcción de nueva planta de tratamiento PTAP	Alto			
	Capacitación del personal para el manejo del nuevo sistema	Medio			
Fase de Cierre	Informe de Cierre del Proyecto	Medio	Jefe del Proyecto	Gerencia, UDP	Una sola vez

Fuente: construcción de los autores.

Se captan todas las polémicas presentadas durante las reuniones formales del equipo de proyecto, además se codifican y registran las polémicas en el Log (registro de eventos a comunicar) de Control de Polémicas considerando el siguiente formato:


Figura 15.
Acta de reunión.

	REDUCCION EN EL COSTO DE OPERACIÓN PARA EL SUMINISTRO DE AGUA POTABLE PARA EL MUNICIPIO DE LA CALERA	CODIGO: ESP-04-02-C-01
	“ El agua para tu futuro ”	REVISION: 25/08/2016
	ACTA DE REUNIONES	FECHA DE LIBERACION: 02/09/2016

NOMBRE	CARGO
--------	-------

TEMAS A TRATAR:

ACTIVIDAD	ASPECTOS A MEJORAR	SUGERENCIAS	CONCLUSIONES



ELABORO: LUDY ROCIO VARGAS VARGAS CAMILO ANDRES CORTES LUGO DIANA MARCELA PARRA SANCHEZ	REVISO: SERGIO ALBERTO VILLADA Profesor Gestión de Calidad	APROBO: SERGIO ALBERTO VILLADA Profesor Gestión de Calidad
--------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------

PLAN DE CALIDAD
Hoja 1 de 43

Fuente: construcción de los autores.

Antes de cada reunión, los responsables de comunicación proceden a revisar el Log de Control de Polémicas con el fin de:

- Verificar la existencia de polémicas pendientes para determinar las posibles soluciones con el equipo de gestión del proyecto.

- Realizar un seguimiento a las soluciones programadas que se están aplicando, de no ser así se tomarán acciones correctivas al respecto.
- Revisar si las soluciones aplicadas han sido efectivas y si la polémica ha sido resuelta, de no ser así se plantearán nuevas soluciones. En caso que la polémica no pueda ser resuelta a pesar del respectivo seguimiento detallado, dicha polémica se convertirá en un problema, la cual deberá pasar por el siguiente proceso:
 - ✓ El problema será tratado por el Sponsor y el equipo de Gestión del Proyecto con el fin de proponer una solución en base a negociaciones.

3.2.4. Plan de Gestión del Cronograma

a. Listado de actividades con estimación de duraciones esperadas con uso de la distribución PERT beta-normal: Utilizando el Diccionario de la EDT elaborado en la tabla 36, se establecen las siguientes fórmulas para determinar las duraciones esperadas:

- Duración de una tarea con la técnica PERT:

Duración de la actividad = (Estimación Optimista + 4 (Estimación Más Probable + Estimación Pesimista) / 6

- Desviación estándar:

Desviación estándar (σ) = (Estimación pesimista – Estimación Optimista) / 6

- Varianza = σ^2

Es importante indicar que para la **Distribución Normal Estándar** de este proyecto se tiene que: Existe un **95.46%** de probabilidad de que la duración de la actividad esté comprendida entre la media +/- 2 **desviación estándar σ** . Después de lo anterior se estima que:

- El total de tiempo para este proyecto es: **1.048,17 días**
- Desviación estándar = $\sqrt{176,75} = 13,29$

Ahora si podemos calcular el rango con intervalo de confianza 95% teniendo presente:

Menor tiempo probable = $1.048,17 - 2 (13,29) = 1.021,58$ días

Mayor tiempo probable = $1.048,17 + 2 (13,29) = 1.074,76$ días

Todo lo anterior está contenido en la tabla correspondiente de listado de actividades situado en el **Anexo C**.

b. línea base tiempo:

Tabla 53.
Línea base de tiempo.

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	% completado	Costo	Trabajo
RECOPEAGUA LC	377 días	lun 21/09/20	mar 16/02/22	0%	\$475,953,651	8,740.29 horas
Gestión de Recursos	25 días	lun 21/09/20	lun 19/10/20	0%	\$4,275,675	225 horas
Presentación del Proyecto ante ESPUCAL	10 días	lun 21/09/20	jue 01/10/20	0%	\$1,978,022	90 horas
Estudio y Aprobación por parte de Junta Directiva (ESPUCAL)	5 días	vie 02/10/20	mié 07/10/20	0%	\$0	0 horas
Presentación y Viabilidad del Proyecto ante Alcaldía	5 días	jue 08/10/20	mar 13/10/20	0%	\$2,297,653	135 horas
Aprobación del plan de transferencias Recursos	5 días	mié 14/10/20	lun 19/10/20	0%	\$0	0 horas
Transferencia Desembolso	0 días	lun 19/10/20	lun 19/10/20	0%	\$0	0 horas
Fase Inicial	13 días	mar 20/10/20	mar 03/11/20	0%	\$8,332,784	351 horas
Análisis de Estudios Técnicos	5 días	mar 20/10/20	sáb 27/10/20	0%	\$3,477,096	135 horas
Acta de Constitución	8 días	lun 28/10/20	mar 06/11/20	0%	\$4,855,688	216 horas
Firma de Acta de Constitución	0 días	mar 03/11/20	mar 03/11/20	0%	\$0	0 horas
Fase de planificación	63 días	mié 04/11/20	mié 20/01/21	0%	\$44,677,405	3,042 horas
Diseños Técnicos	49 días	mié 04/11/20	vie 01/01/21	0%	\$35,615,845	2,538 horas
Optimización y mantenimiento de Sistema de Captación y potabilización	15 días	mié 04/11/20	vie 20/11/20	0%	\$10,746,353	810 horas
Tanques de almacenamiento	15 días	sáb 21/11/20	mar 08/12/20	0%	\$11,515,685	810 horas
PTAP	15 días	mié 09/12/20	vie 25/12/20	0%	\$11,515,685	810 horas
Pliegos de Licitación	4 días	sáb 26/12/20	vie 01/01/21	0%	\$1,838,122	108 horas
Planificación	7 días	sáb 02/01/21	mar 12/01/21	0%	\$4,396,157	189 horas

Gestión del Proyecto	7 días	mié 13/01/21	mié 20/01/21	0%	\$4,665,403	315 horas
Ejecución de Proyecto	264 días	jue 21/01/21	jue 27/01/22	0%	\$403,790,973	5,014.29 horas
Proceso Licitatorio	48 días	jue 21/01/21	mié 17/03/21	0%	\$0	0 horas
Licitación Pública	2 mss	jue 21/01/21	mié 17/03/21	0%	\$0	0 horas
Contrato Civil de obra Adjudicado	0 días	mié 17/03/21	mié 17/03/21	0%	\$0	0 horas
Optimización Captación San Lorenzo	4 mss	jue 18/03/21	lun 19/07/21	0%	\$65,601,831	802.29 horas
mejora y mantenimiento en PTAP Villa 70	5 mss	jue 18/03/21	mié 25/08/21	0%	\$107,458,572	1,620 horas
Tanques de almacenamiento	2 mss	mié 25/08/21	mar 09/11/21	0%	\$33,493,958	1,296 horas
PTAP Nueva	2 mss	mar 09/11/21	jue 27/01/22	0%	\$197,236,612	1,296 horas
Fase de Cierre	12 días	jue 28/01/21	mar 16/02/21	0%	\$14,876,816	108 horas
Puesta en Marcha de nuevo sistema	0 días	jue 28/01/21	jue 28/01/21	0%	\$0	0 horas
Medición de Pérdidas	12 días	jue 28/01/21	mar 16/02/21	0%	\$4,376,816	108 horas
Firma de Acta de cierre	0 días	mar 16/02/21	mar 16/02/21	0%	\$10,500,000	0 horas

Fuente: construcción de los autores.

La gestión de tiempo consiste en tener todos los procesos necesarios para lograr la conclusión del proyecto a tiempo, para poder organizar y programar cada una de las actividades propuesta en el cronograma, para llegar a cumplir el objetivo de la fecha de cierre del proyecto, para esto se debe tener claro la identificación de las actividades, secuencia lógica y duración de las actividades.

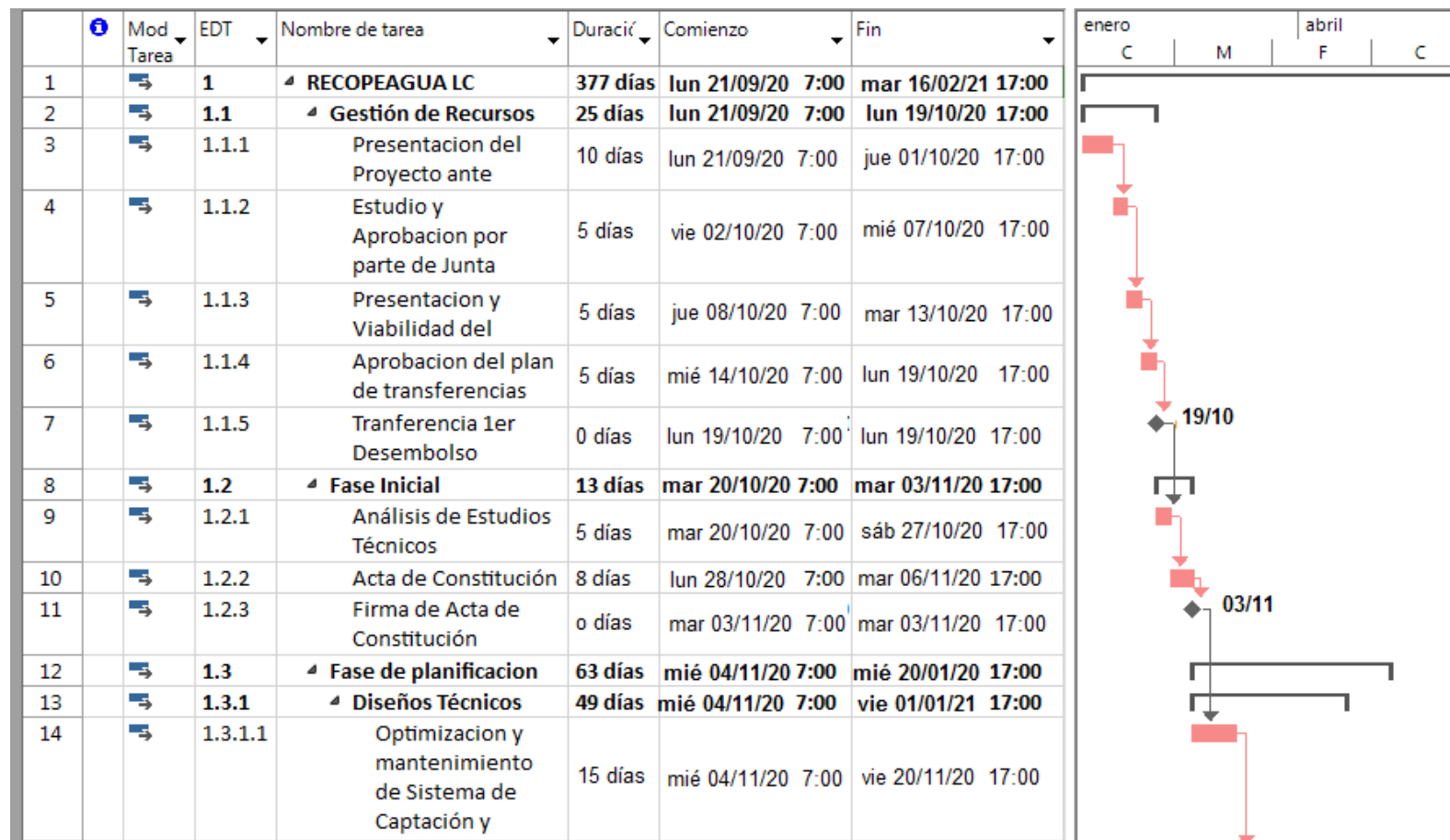
Para la identificación de las actividades se debe tener en cuenta el EDT/WBS, para la descomposición de las tareas en actividades del proyecto teniendo todas actividades y precedencias del cronograma.

c. Diagrama de Red: De acuerdo con el diccionario de la EDT elaborado en la tabla 36, se realiza el diagrama de red, el cual se encuentra en **Anexo B**.

d. **Cronograma – Diagrama de Gantt:** De acuerdo con el diccionario de la EDT elaborado en la tabla 36, se realiza el cronograma con el diagrama de GANTT, el cual se encuentra en las **figuras 15 y 16**.

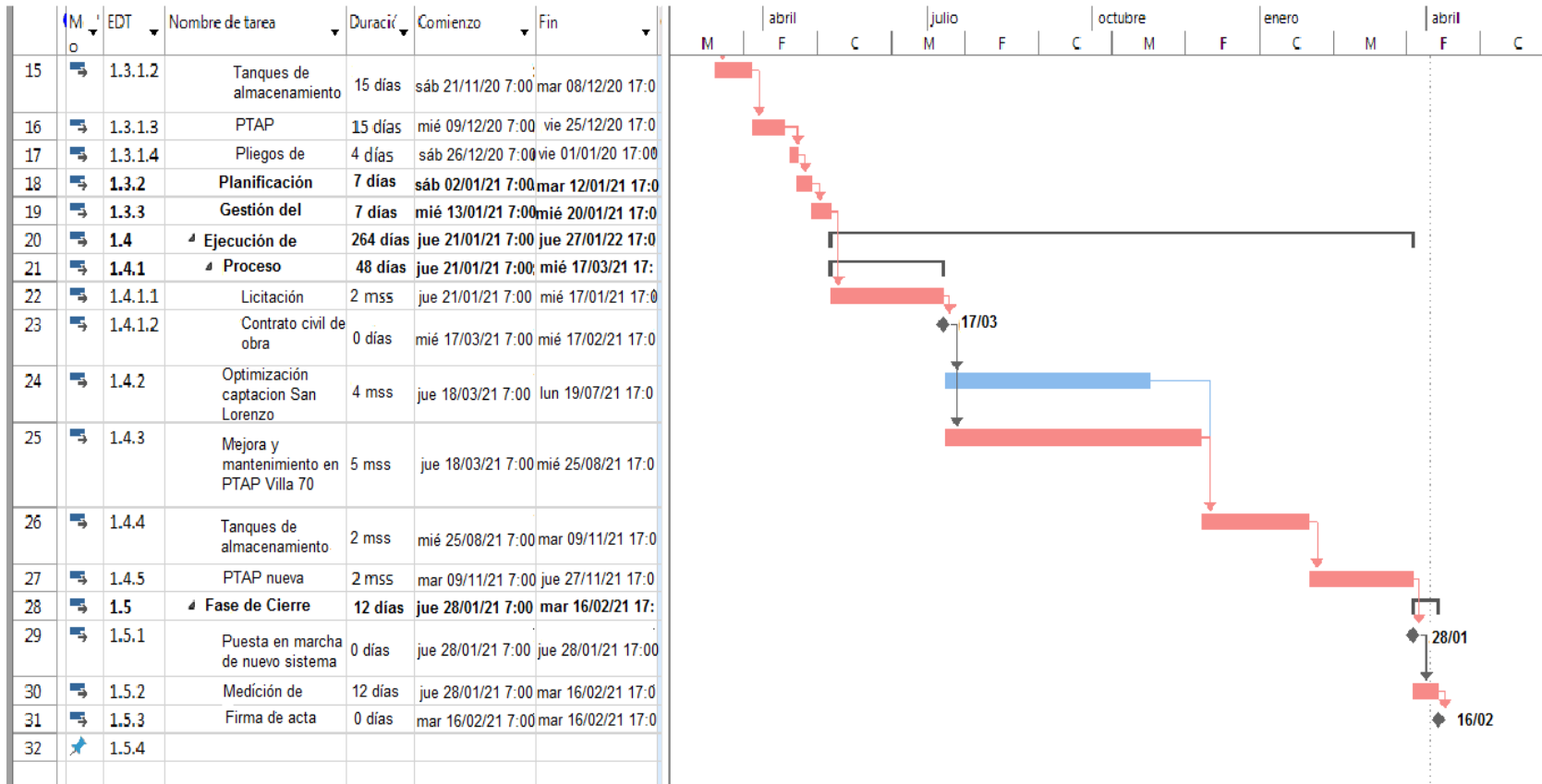
Figura 16.

Diagrama de GANTT (parte 1).



Fuente: Construcción de los autores.

Figura 17.
Diagrama de GANT (parte 2).



Fuente: construcción de los autores.

Para este proyecto, la gestión del alcance será la única responsabilidad del administrador del proyecto, en donde el alcance se define por la declaración del alcance y el diccionario de la EDT, así mismo el director del proyecto, el patrocinador y las partes interesadas establecen y aprueban la documentación para medir el alcance del proyecto, que incluye listas de control de calidad, entregables y mediciones de rendimiento de trabajo, por otro lado los cambios propuestos en el alcance pueden ser iniciados por el administrador de proyectos, grupos de interés o cualquier miembro del equipo del proyecto, en donde todas las solicitudes de cambio se presentarán al Jefe de proyecto que luego evaluará el cambio del alcance solicitado. Una vez aceptada la solicitud de cambio del alcance, el director de proyecto presentará la solicitud de cambio al patrocinador del consejo de control de Cambio y el proyecto para su correspondiente aceptación

Es por eso que se describen los principales Hitos de la Gestión de Alcance:

- Suplir la compra de agua en bloque que cubre la demanda del 30% restante, abasteciendo a la zona alta del municipio, este objetivo se planea lograr para el mes de marzo del 2022.
- Aumentar la capacidad de almacenamiento, pasar de 360 m³ a 1160 m³ en el área urbana, objetivo que se cumple con la culminación y puesta en marcha de la nueva PTAP en marzo del 2021.
- ESPUCAL SA ESP, compra agua en bloque a \$1.031.15/m³ y se produce a un costo de \$790/m³ para el presente año. La meta es llegar a este costo operativo con el funcionamiento del nuevo sistema, costos que se evaluarán en el balance de fin del año 2020.

Tabla 54.
Hitos relevantes del proyecto.

ID	Nombre de Tarea	Duración	Inicio	Fin
	RECOPEAGUA LC	377 días	21/09/2020	16/02/2022
1.1	Fase Inicial	13 días	20/10/2020	03/11/2020
1.1.3	Firma de Acta de Constitución	0 días	03/11/2020	03/11/2020
1.2	Fase de planificación	63 días	04/11/2020	20/01/2021
1.2.1	Diseños Técnicos	49 días	04/11/2020	01/01/2021
1.3	Ejecución de Proyecto	264 días	21/01/2021	27/01/2022
1.3.1	Proceso Licitatorio	48 días	21/01/2021	17/03/2021
1.3.1.2	Contrato Adjudicado	0 días	17/03/2021	17/03/2021
1.4	Fase de Cierre	12 días	28/01/2021	16/02/2021
1.4.1	Puesta en Marcha de nuevo sistema	0 días	28/01/2021	28/01/2021
1.4.3	Acta de cierre	0 días	16/02/2021	16/02/2021

Fuente: construcción de los autores.

e. Nivelación de recursos y uso de recursos: La nivelación de recursos optimiza el aprovechamiento de lo que se dispone y evita problemas que pueden surgir en el futuro. Además de aplicar esta técnica, conviene ser cuidadoso y evitar un nivel insuficiente de detalle en la estructura de desglose del trabajo, restricciones excesivas o el establecimiento erróneo de dependencias.

La nivelación de recursos es una herramienta excelente para ayudar al Director de Proyectos en su tarea de verificar las actividades a su plazo estimado de finalización.

Existen unos pasos para determinar el éxito de la nivelación de recursos:

- Desarrollo de la estructura de desglose de trabajo.
- Establecimiento de dependencias.
- Asignación de recursos.
- Nivelación de Recursos.
- Determinar la ruta crítica.

Tabla 55.
Nivelación y uso de recursos.

Nombre del recurso	Grupo	Capacidad máxima	Máximo	Costo
Sin asignar		100%	0%	\$0
<i>Estudio y Aprobación por parte de Junta Directiva (ESPUCAL)</i>			100%	\$0
<i>Aprobación del plan de transferencias Recursos</i>			100%	\$0
<i>Transferencia Desembolso</i>			100%	\$0
<i>Licitación Pública</i>			100%	\$0
<i>Contrato Civil de obra Adjudicado</i>			0%	\$0
DIRECTOR		100%	100%	\$17,999,998
<i>Presentación del Proyecto ante ESPUCAL</i>			100%	\$1,978,022
<i>Presentación y Viabilidad del Proyecto ante Alcaldía</i>			100%	\$989,011
<i>Análisis de Estudios Técnicos</i>			100%	\$989,011
<i>Acta de Constitución</i>			100%	\$1,582,417
<i>Firma de Acta de Constitución</i>			100%	\$0
<i>Optimización y mantenimiento de Sistema de Captación y potabilización</i>			100%	\$2,967,033
<i>Tanques de almacenamiento</i>			100%	\$2,967,033
<i>PTAP</i>			100%	\$2,967,033
<i>Pliegos de Licitación</i>			100%	\$791,209
<i>Planificación</i>			100%	\$1,384,615
<i>Gestión del Proyecto</i>			100%	\$1,384,615
SUPERVISOR DE PROYECTO		100%	100%	\$21,999,983
<i>Tanques de almacenamiento</i>			100%	\$1,558,703
<i>PTAP</i>			100%	\$1,558,703
<i>Optimización Captación San Lorenzo mejora y mantenimiento en PTAP Villa 70</i>			50%	\$1,425,100
<i>Tanques de almacenamiento</i>			100%	\$4,987,850
<i>PTAP Nueva</i>			100%	\$4,987,850
<i>Puesta en Marcha de nuevo sistema</i>			100%	\$0
<i>Medición de Pérdidas</i>			100%	\$1,246,963
ANALISTA		100%	100%	\$9,999,999
<i>Presentación y Viabilidad del Proyecto ante Alcaldía</i>			100%	\$617,284
<i>Análisis de Estudios Técnicos</i>			100%	\$617,284
<i>Acta de Constitución</i>			100%	\$987,654
<i>Optimización y mantenimiento de Sistema de Captación y potabilización</i>			100%	\$1,851,852
<i>Tanques de almacenamiento</i>			100%	\$1,851,852
<i>PTAP</i>			100%	\$1,851,852
<i>Pliegos de Licitación</i>			100%	\$493,827
<i>Planificación</i>			100%	\$864,198
<i>Gestión del Proyecto</i>			100%	\$864,198
COLABORADOR 1		100%	100%	\$999,999
COLABORADOR 2		100%	100%	\$1,000,116
INGENIERO CIVIL 1		100%	100%	\$11,199,999
<i>Presentación y Viabilidad del Proyecto ante Alcaldía</i>			100%	\$691,358
<i>Análisis de Estudios Técnicos</i>			100%	\$691,358
<i>Acta de Constitución</i>			100%	\$1,106,173
<i>Optimización y mantenimiento de Sistema de Captación y potabilización</i>			100%	\$2,074,074
<i>Tanques de almacenamiento</i>			100%	\$2,074,074
<i>PTAP</i>			100%	\$2,074,074
<i>Pliegos de Licitación</i>			100%	\$553,086
<i>Planificación</i>			100%	\$967,901
<i>Gestión del Proyecto</i>			100%	\$967,901
Diseño Hidráulico			0%	\$2,487,067
<i>PTAP</i>			16.58/día	\$2,487,067

Diseño Estructural	0%	\$2,487,067
<i>Tanques de almacenamiento</i>	16.58/día	\$2,487,067
Diseño electromecánico	0%	\$1,492,241
<i>Optimización y mantenimiento de Sistema de Captación y potabilización</i>	9.95/día	\$1,492,241
Aireación y floculación	0%	\$3,856,110
<i>PTAP Nueva</i>	192.81/ms	\$3,856,110
Floculador	0%	\$11,368,439
<i>PTAP Nueva</i>	568.42/ms	\$11,368,439
Sedimentador	0%	\$22,943,618
<i>PTAP Nueva</i>	1,147.18/ms	\$22,943,618
Filtro	0%	\$18,540,259
<i>PTAP Nueva</i>	927.01/ms	\$18,540,259
Tanque de Almacenamiento y Cloración	0%	\$107,034,228
<i>PTAP Nueva</i>	5,351.71/ms	\$107,034,228
Químicos	0%	\$1,928,853
<i>Medición de Pérdidas</i>	16.07/día	\$1,928,853
Conexión Sanitaria	0%	\$1,201,000
<i>Medición de Pérdidas</i>	10.01/día	\$1,201,000
Optimización Captación	100%	\$36,500,000
<i>Optimización Captación San Lorenzo</i>	1,596.87/ms	\$36,500,000
Optimización PTAP existente	0%	\$65,591,125
<i>mejora y mantenimiento en PTAP Villa 70</i>	1,311.82/ms	\$65,591,125
MATERIALES Y EQUIPOS	9/día	\$5,897,216
<i>Análisis de Estudios Técnicos</i>	0.2/día	\$1,179,443
<i>Acta de Constitución</i>	0.13/día	\$1,179,443
<i>Optimización y mantenimiento de Sistema de Captación y potabilización</i>	0.07/día	\$1,179,443
<i>Planificación</i>	0.14/día	\$1,179,443
<i>Gestión del Proyecto</i>	0.14/día	\$1,179,443
SEGURIDAD	100%	\$8,000,033
<i>Optimización y mantenimiento de Sistema de Captación y potabilización</i>	100%	\$604,754
<i>Optimización Captación San Lorenzo</i>	50%	\$1,105,836
<i>mejora y mantenimiento en PTAP Villa 70</i>	50%	\$2,419,016
<i>Tanques de almacenamiento</i>	100%	\$1,935,213
<i>PTAP Nueva</i>	100%	\$1,935,213
COSTOS INDIRECTOS	100%	\$112,926,301
<i>Optimización Captación San Lorenzo</i>	50%	\$26,570,894
<i>mejora y mantenimiento en PTAP Villa 70</i>	50%	\$33,213,618
<i>Tanques de almacenamiento</i>	100%	\$26,570,894
<i>PTAP Nueva</i>	100%	\$26,570,894
PREVISION SOCIAL	0%	\$10,500,000
<i>Firma de Acta de cierre</i>	0/hora	\$10,500,000

Fuente: construcción de los autores.

3.2.5. Plan de Gestión del Costo

a. **Línea base de costos:** La información detallada se encuentra en el **Anexo C**.

Tabla 56.

Tarea, duración y costo.

Nombre de tarea	Duración	Costo
RECOPEAGUA LC	377 días	\$475,953,679
Gestión de Recursos	25 días	\$4,275,675
Presentación del Proyecto ante ESPUCAL	10 días	\$1,978,022
Estudio y Aprobación por parte de Junta Directiva (ESPUCAL)	5 días	\$0
Presentación y Viabilidad del Proyecto ante Alcaldía	5 días	\$2,297,653
Aprobación del plan de transferencias Recursos	5 días	\$0
Transferencia Desembolso	0 días	\$0
Fase Inicial	13 días	\$8,332,784
Análisis de Estudios Técnicos	5 días	\$3,477,096
Acta de Constitución	8 días	\$4,855,688
Firma de Acta de Constitución	0 días	\$0
Fase de planificación	63 días	\$44,677,405
Diseños Técnicos	49 días	\$35,615,845
Optimización y mantenimiento de Sistema de Captación y potabilización	15 días	\$10,746,353
Tanques de almacenamiento	15 días	\$11,515,685
PTAP	15 días	\$11,515,685
Pliegos de Licitación	4 días	\$1,838,122
Planificación	7 días	\$4,396,157
Gestión del Proyecto	7 días	\$4,665,403
Ejecución de Proyecto	264 días	\$403,790,973
Proceso Licitatorio	48 días	\$0
Licitación Pública	2 mss	\$0
Contrato Civil de obra Adjudicado	0 días	\$0
Optimización Captación San Lorenzo mejora y mantenimiento en PTAP Villa 70	4 mss	\$65,601,831
Tanques de almacenamiento	5 mss	\$107,458,572
PTAP Nueva	2 mss	\$33,493,958
PTAP Nueva	2 mss	\$197,236,612
Fase de Cierre	12 días	\$14,876,816
Puesta en Marcha de nuevo sistema	0 días	\$0
Medición de Pérdidas	12 días	\$4,376,816
Firma de Acta de cierre	0 días	\$10,500,000

Fuente: construcción de los autores.

b. Indicadores de medición de desempeño: Son expresiones cuantitativas de las variables que intervienen en un proceso, que permiten verificar o medir la cobertura de las demandas, la calidad de los satisfactores o productos y el impacto de la solución de la necesidad de la sociedad, el avance del presupuesto lo podemos determinar por la curca S en el próximo ítem, donde

podemos ver el avance del proyecto en tiempo y costo, para poder detectar las inconsistencias encontradas.

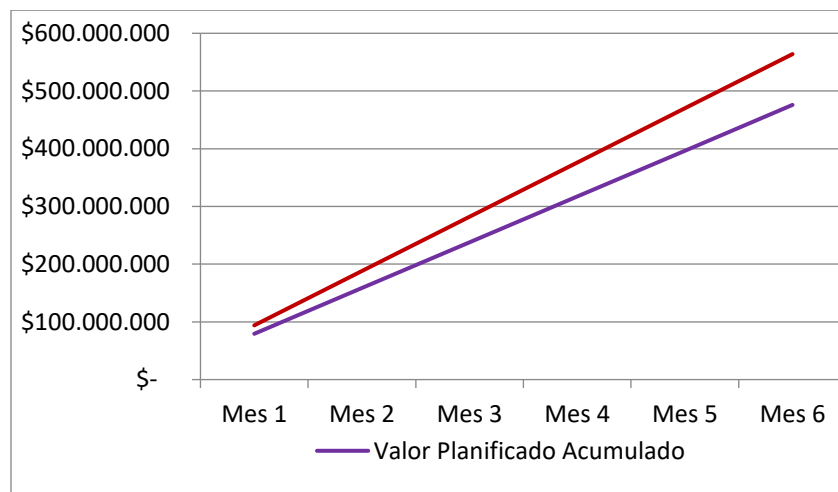
c. Aplicación técnica del valor ganado con curvas S avance:

Tabla 57.

Curva S.

Curva S de Recursos						
Proyecto:	Reducción de costos de operación para suministro de agua potable municipio de la Calera					
Fecha de Inicio	20/10/2020	Fecha Fin:	16/02/2022	Fecha de Corte:	16/02/2021	
	Año 2020					
	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Valor Planificado	\$ 79.325.613	\$ 79.325.613	\$ 79.325.613	\$ 79.325.613	\$ 79.325.613	\$ 79.325.613
Valor Planificado Acumulado	\$ 79.325.613	\$ 158.651.226	\$ 237.976.840	\$ 317.302.453	\$ 396.628.066	\$ 475.953.679
Costo Real	\$ 93.995.490	\$ 93.995.490	\$ 93.995.490	\$ 93.995.490	\$ 93.995.490	\$ 93.995.490
Costo Real Acumulado	\$ 93.995.490	\$ 187.990.981	\$ 281.986.471	\$ 375.981.961	\$ 469.977.452	\$ 563.972.942

Fuente: construcción de los autores.



Grafica 5.

Curva S.

Fuente: construcción de los autores.

3.2.6. Plan de Gestión de Calidad

En este plan se exponen las acciones que se desarrollarán para cumplir los requisitos de calidad, se hizo basado en los requisitos de la norma NTC ISO 10005: 2015 “Sistema de Gestión

de la Calidad, Directrices para los planes de Calidad”, se aplicará la propuesta del Plan de Calidad para la Empresa de Servicios Públicos de La Calera ESPUCAL S.A. ESP.

- Descripción general del propósito del plan de calidad y las metas o resultados esperados:
La aplicación del presente plan se limita a las acciones que desarrollará en razón al proceso de contratación para la *reducción en el costo de operación para el suministro de agua potable para el Municipio de la Calera*, con ello se espera el cumplimiento de la programación brindando entera satisfacción al cliente.

Este es un documento de consulta permanente y de obligatorio cumplimiento para el personal de la Empresa de Servicios Públicos de La Calera ESPUCAL S.A. ESP., y subcontratistas que laboren en este proyecto, sirviendo como herramienta de soporte para el seguimiento de la gestión de calidad por parte de los representantes del cliente.

Para la ejecución de acciones se tomarán como referencia los siguientes documentos:

- Procedimientos del SGC de la Entidad.
- Los instructivos asociados a esos procedimientos.
- El Plan de Calidad.
- Las Especificaciones generales para la Construcciones de PTAP.
- Los diseños y especificaciones generales para la Construcción de la PTAP.

Los aspectos generales del proyecto, así como las características de ubicación de fuentes de materiales y la determinación de limitaciones, fueron expuestos en la presentación del proyecto en lo correspondiente a la vista de obra, no encontrándose limitaciones extremas para el desarrollo del mismo. En este sentido es claro que, para el desarrollo contractual, el contratista deberá adelantar la gestión de todas las licencias y permisos requeridos para la ejecución de las labores de construcción.

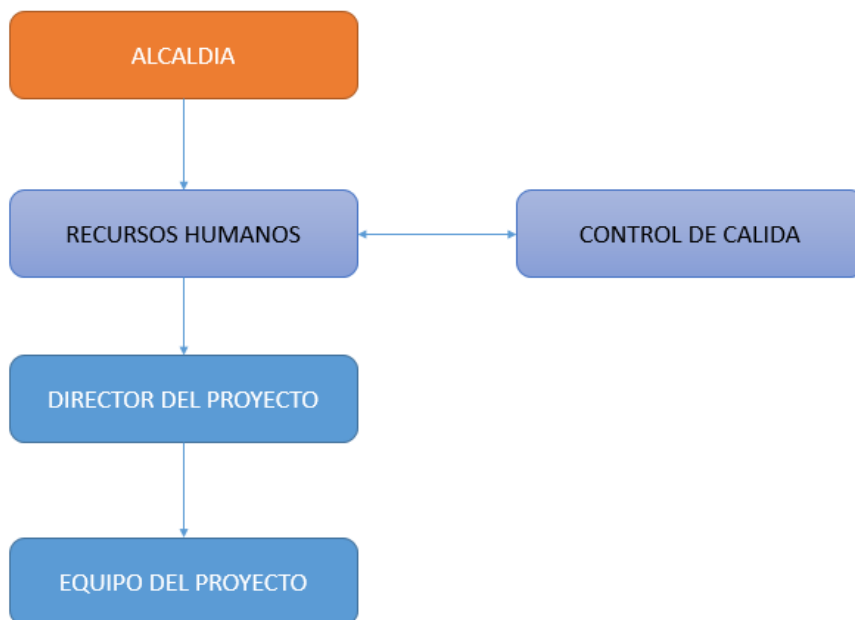
Las condiciones generales de validez de este plan son:

- Tendrá una validez igual al tiempo de desarrollo del proyecto.
- Estará en concordancia con la ejecución en condiciones normales de tiempo y de carácter contractual para el desarrollo del proyecto.
- Se aplicará interventoría de acuerdo a los diseños de la obra y tiempos establecidos.

a. Especificaciones técnicas de requerimientos: Para lograr llevar a cabo la aprobación y éxito de este proyecto, se requiere inicialmente generar conciencia de beneficio en los interesados, así como garantizar el apoyo económico por parte de los mismos, con el propósito de cumplir con sus expectativas financieras futuras, así como con la producción propia, el aprovechamiento adecuado de la capacidad instalada y la comercialización del producto final para lograr las retribuciones esperadas.

b. Herramientas de control de la calidad:

Figura 18.
Organigrama de la gestión de calidad del proyecto



Fuente: construcción de los autores.

c. Formato Inspecciones:

Tabla 58.

Listas de control de calidad.

LISTAS DE CONTROL DE CALIDAD				
ACTIVIDAD	SI	NO	N/A	OBSERVACIONES
Iniciación				
¿Se realizó la reunión de organización del proyecto?				
¿Se realizó la presentación del proyecto?				
¿Se cuenta con actas de reunión?				
¿Se dispone de recursos suficientes para el inicio del proyecto?				
¿Se cuenta con los roles y responsabilidades?				
Planificación				
¿Se aprobó el plan de gestión del proyecto?				
Ejecución				
¿Se aprobó el plan de gestión de calidad?				
¿Se cuenta con el plan de inspección?				
¿Se cuenta con las especificaciones técnicas?				
Cierre				
¿Se ha firmado el acta de conformidad y cierre?				
¿Se ha documentado las conformidades e inconformidades?				

Fuente: construcción de los autores.

c. Formato Auditorias:

Tabla 59.

Formato informe de auditoria

INFORME DE AUDITORIA

Proceso auditado:	
Responsable del proceso:	
Nombre de los auditores	
Líder	
1	
2	
3	
Fecha Programada de la Auditoria	Objetivo:
	Alcance:

Lugar donde se realizó la auditoria	Nombre del auditado	Fecha de visita
Criterios de la auditoria (documentación analizada, normas, procedimientos, instructivos, etc)		
Hallazgos		
Observaciones		
Aspectos relevantes de la auditoria		
Fortalezas	Oportunidades de mejoramiento (debilidades)	
Conclusiones de la auditoria		

Fuente: construcción de los autores.

d. Listas de verificación de los entregables (producto / servicio): Con base al diccionario de la EDT, elaborado en la tabla 36, se establecen los siguientes entregables del proyecto:

Tabla 60.
Lista de entregables.

REDUCCIÓN DE COSTOS DE OPERACIÓN PARA SUMINISTRO DE AGUA POTABLE MUNICIPIO DE LA CALERA	
ACTIVIDADES	ENTREGABLES
1. RECOPEAGUA LC	
1.1. Gestión de Recursos	
1.1.1. Presentación del Proyecto ante ESPUCAL	Documentos del proyecto
1.1.2. Estudio y Aprobación por parte de Junta Directiva (ESPUCAL)	
1.1.3. Presentación y Viabilidad del Proyecto ante Alcaldía	
1.1.4. Aprobación del plan de transferencias Recursos	Plan de transferencias de recursos
1.1.5. Transferencia 1er Desembolso	
1.2. Fase Inicial	
1.2.1. Análisis de Estudios Técnicos	Documentos estudios técnicos
1.2.2. Acta de Constitución	Acta de constitución
1.2.3. Firma de Acta de Constitución	
1.3. Fase de planificación	
1.3.1. Diseños Técnicos	Documentos estudios técnicos
1.3.1.1. Optimización y mantenimiento de Sistema de Captación y potabilización	Actividad en obra entregada - acta de mantenimiento
1.3.1.2. Tanques de almacenamiento	
1.3.1.3. PTAP	
1.3.1.4. Pliegos de Licitación	Documentos de licitación
1.3.2. Planificación	Documentos de planificación
1.3.3. Gestión del Proyecto	Plan de gestión del proyecto
1.4. Ejecución de Proyecto	
1.4.1. Proceso Licitatorio	Documentos de licitación
1.4.1.1. Licitación Pública	
1.4.1.2. Contrato Civil de obra Adjudicado	Documentación de contratación
1.4.2. Optimización Captación San Lorenzo	Actividad en obra entregada - acta de mantenimiento
1.4.3. mejora y mantenimiento en PTAP Villa 70	
1.4.4. Tanques de almacenamiento	Informes y actas de verificación de obras por fase
1.4.5. PTAP Nueva	
1.5. Fase de Cierre	
1.5.1. Puesta en Marcha de nuevo sistema	Informes y actas de verificación de obras por fase
1.5.2. Medición de Pérdidas	Actividad en obra entregada - acta de estación de medición
1.5.3. Firma de Acta de cierre	Acta de cierre

Fuente: construcción de los autores.

3.2.7. Plan de Gestión de Recursos

a. Definición de Roles, Responsabilidades y Competencias del equipo:

Tabla 61.
Roles y responsabilidades.

CARGO	CANT.	RESPONSABILIDADES
Director del Proyecto	1	Revisar el plan de gestión del proyecto
		Revisar la ingeniería general del proyecto
		Revisar el plan de seguridad del proyecto
		Revisar el plan de calidad del proyecto
		Revisar y entregar los informe mensual
		Revisar las actas de reunión
Subdirector Técnico-Operativo	1	Revisar los riesgos: Pólizas y seguros actualizados
		Participar en el plan de gestión del proyecto
		Participar en la ingeniería general del proyecto
		Participar en el plan de seguridad del proyecto
		Participar en el plan de calidad del proyecto
		Participar y entregar los informe mensual
		Participar en las actas de reunión
Subdirector Financiero	1	Participar en los riesgos: Pólizas y seguros actualizados
		Revisar y participar en el plan de gestión del proyecto
		Participar en los informe mensual
Subdirector Jurídico	1	Participar en las actas de reunión
		Revisar y participar en el plan de gestión del proyecto
		Participar en los informe mensual
Ingeniero Residente Técnico Operativo	2	Participar en las actas de reunión
		Participar en el plan de gestión del proyecto
		Participar en la ingeniería general del proyecto
		Participar en el plan de seguridad del proyecto
		Participar en el plan de calidad del proyecto
		Participar y entregar los informe mensual
Ingeniero Residente Ambiental	1	Participar en los riesgos: Pólizas y seguros actualizados
		Participar en el plan de gestión del proyecto
		Participar en el plan de seguridad del proyecto
		Participar en el plan de calidad del proyecto
		Participar en los informe mensual
Especialista en Pavimentos	1	Participar en las actas de reunión
		Participar en los riesgos: Pólizas y seguros actualizados
Especialista en Estructuras	1	Participar en la ingeniería general del proyecto
		Participar en el plan de seguridad del proyecto
Especialista en Geotecnia y Suelos	1	Participar en el plan de calidad del proyecto
		Participar en la ingeniería general del proyecto
		Participar en el plan de gestión del proyecto
		Participar en los informe mensual
		Participar en las actas de reunión
Especialista en Diseño Geométrico	1	Participar en el plan de seguridad del proyecto
		Participar en la ingeniería general del proyecto
		Participar en el plan de gestión del proyecto
		Participar en el plan de calidad del proyecto

		Participar en los informe mensual
		Participar en las actas de reunión
Especialista en Hidráulica e Hidrología	1	Participar en el plan de gestión del proyecto
		Participar en la ingeniería general del proyecto
		Participar en el plan de seguridad del proyecto
		Participar en el plan de calidad del proyecto
		Participar en los informe mensual
		Participar en las actas de reunión
Especialista Derecho Administrativo y Gestión Contractual	1	Participar en el plan de gestión del proyecto
		Participar en la ingeniería general del proyecto
		Participar en el plan de seguridad del proyecto
		Participar en el plan de calidad del proyecto
		Participar en los informe mensual
		Participar en las actas de reunión
		Revisar los riesgos: Pólizas y seguros actualizados
Profesional Aseguramiento y Gestión Calidad	1	Participar en el plan de gestión del proyecto
		Participar en la ingeniería general del proyecto
		Participar en el plan de seguridad del proyecto
		Participar y revisar el plan de calidad del proyecto
		Participar en los informe mensual
		Participar en las actas de reunión
		Participar y revisar los riesgos: Pólizas y seguros actualizados
Profesional en Área Social	1	Participar en el plan de gestión del proyecto
		Participar en el plan de seguridad del proyecto
		Participar en el plan de calidad del proyecto
		Participar en los informe mensual
		Participar en las actas de reunión
		Participar en los riesgos: Pólizas y seguros actualizados
Auditor en Área de Sistemas y/o pesaje y/o tarifas	1	Participar en el plan de gestión del proyecto
		Participar en la ingeniería general del proyecto
		Participar en el plan de seguridad del proyecto
		Participar en el plan de calidad del proyecto
		Participar en los informe mensual
		Participar en las actas de reunión
		Participar y revisar los riesgos: Pólizas y seguros actualizados
Abogado Gestión Predial	1	Participar en la ingeniería general del proyecto
		Participar en el plan de calidad del proyecto
		Participar en el informe mensual
		Participar en las actas de reunión
		Participar en riesgo: Pólizas y seguros actualizados
Ingeniero Técnico – Predial	1	Participar en el plan de gestión del proyecto
		Participar en la ingeniería general del proyecto
		Participar en el plan de calidad del proyecto
		Participar en el informe mensual
		Participar en las actas de reunión
Tecnólogo	1	Participar en el plan de gestión del proyecto
		Participar en la ingeniería general del proyecto
		Participar en el plan de calidad del proyecto
		Participar en el informe mensual
		Participar en las actas de reunión
Topógrafo	1	Participar en el plan de gestión del proyecto
		Aprobar la ingeniería general del proyecto
		Participar en el plan de seguridad del proyecto
		Participar en el plan de calidad del proyecto
		Participar en el informe mensual
Cadenero I	2	Participar en la ingeniería general del proyecto
		Participar en el plan de calidad del proyecto

Cadenero II	2	Participar en la ingeniería general del proyecto Participar en el plan de calidad del proyecto
Inspectores	4	Revisar el plan de gestión del proyecto Participar en la ingeniería general del proyecto Entregar el plan de seguridad del proyecto Entregar el plan de calidad del proyecto Revisar los informe mensual Participar en las actas de reunión Revisar los riesgos: Pólizas y seguros actualizados
Conductores	4	Participar en el plan de seguridad del proyecto Participar en el plan de calidad del proyecto
Auxiliar Administrativo	2	Participar en el plan de gestión del proyecto Participar en el plan de seguridad del proyecto Participar en el plan de calidad del proyecto Participar en el informe mensual Participar en las actas de reunión Revisar los riesgos: Pólizas y seguros actualizados Revisar los informes mensuales
Asistente administrativa profesional	1	Participar en el plan de gestión del proyecto Participar en el plan de seguridad del proyecto Participar en el plan de calidad del proyecto Participar en el informe mensual Participar en las actas de reunión Revisar los riesgos: Pólizas y seguros actualizados Revisar los informes mensuales

Fuente: construcción de los autores.

b. Plan de capacitación y desarrollo del equipo: El Plan Institucional de Capacitación - PIC - ESPUCAL E.S.P 2019 plantea la participación activa de los empleados y los jefes inmediatos en su propio aprendizaje, la construcción del conocimiento desde la experiencia y su estrecha relación con sus necesidades y debilidades como condiciones para su formulación, por esta razón, previa aprobación del PIC se establecen temas puntuales en junta con directores para determinar las capacitaciones, cursos y/o seminarios a desarrollar durante la vigencia.

Tabla 62.
Plan de capacitación y desarrollo.

FECHA	CAPACITACION	OBJETIVO	RESPONSABLE
Enero	normas básicas de respeto, convivencia y trabajo en equipo	Fortalecer las relaciones interpersonales con el fin de lograr condiciones adecuadas al trabajo en equipo	SST
	Manejo de residuos sólidos en ESPUCAL- puntos ecológicos	Desarrollar la temática de PIGA y Plan de saneamiento básico	
Febrero	Disminución del consumo y reciclaje de papel	Brindar y aplicar los conocimientos relacionados con el buen manejo del papel	SST
	Soluciones y tecnologías de vanguardia para la industrias de aguas	Importancia de la medición de calidad de agua y aplicación de nuevas tecnologías	Producción

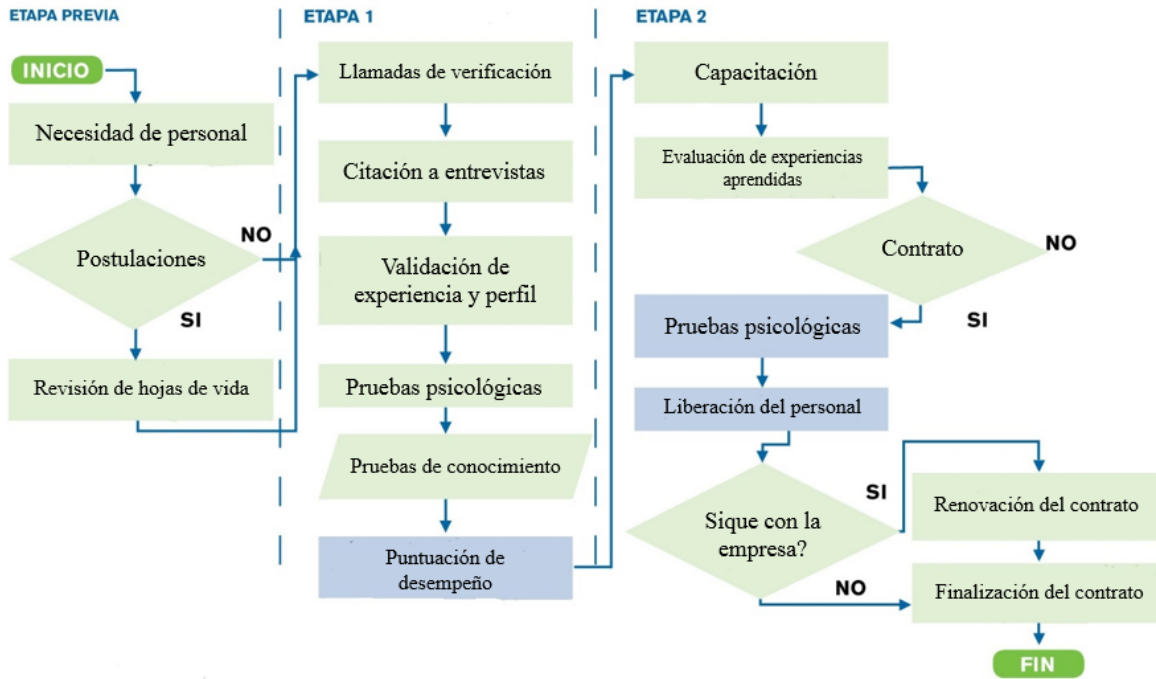
	Procesos generales PTAP / PTAR	Exteriorizar los propósitos y la funcionalidad de los procesos generales de la Planta de Tratamiento de Agua Potable – PTAP - y la Planta de Tratamiento de Agua Residual – PTAR	
Marzo	Supervisión e interventoría	Mejorar y socializar los conocimientos para poder realizar una buena supervisión	Recursos humanos
	Re inducción calidad – SG SST – MECI	Ver fundamentos, recordar normas y lineamientos	SST
	Residuos peligrosos y especiales generados en ESPUCAL	Implementar buenas prácticas en el manejo de residuos potencialmente peligrosos en las instalaciones de la empresa	
	Taller primeros auxilios	Adquirir conocimientos en primeros auxilios en caso de presentarse una emergencia	
	Higiene y manipulación de alimentos	Ver fundamentos, recordar normas, lineamientos y buenas practicas	
	Neuroliderazgo para alcanzar el éxito organizacional	Implementar buenas prácticas laborales, trabajo en equipo y comunicación empresarial	
Abril	Cumplimiento normas SST	Conocer el conducto regular, sanciones y sensibilizar	SST
	Identificación de peligros y riesgos	Presentar a operarios los riesgos presentes en su labor	Recursos humanos
	Consumo responsable	Buen manejo y prácticas frente al ahorro de energía y agua	
Mayo	Identificación de peligros lección aprendida	Presentar peligros presentes en áreas de trabajo	SST
	Encuentro de formación y dialogo sobre derechos humanos y empresas	Analizar avances retos y aspectos relevantes en materia de derechos humanos y empresas	Recursos humanos
	Charla seguridad trabajo en alturas	Reconocer riesgos por trabajo en altura	SST
Junio	Avanzado para trabajo seguro en alturas	La protección del trabajador usando adecuadamente los sistemas de protección de caídas identificando y evaluando los peligros del trabajo en alturas	SST
	Inducción y medición del riesgo psicosocial	Establecer las medidas preventivas que resulten oportunas sean relativas a la organización del trabajo	
Agosto	Diagnostico herramientas ofimáticas	Incrementar y fortalecer las capacidades tecnológicas	Recursos humanos
	Comunicación asertiva prevención en consumo de tabaco alcohol y drogas	Salud mental y auto prevención	
	Nutrición - hábitos saludables nutricionales	Dar pautas de nutrición a la población trabajadora de ESPUCAL E.S.P.	
Septiembre	Todo lo que se debe saber sobre horas extras y recargos	Socializar los conceptos de horas extras y recargos según EST	Recursos humanos
	Manipulación productos químicos y de aseo	Identificar peligros y cómo actuar en caso de emergencias	SST
	Peticiones, quejas, reclamos, solicitudes – PQRS	Explicar el tema de PQRS a la luz de la Ley 142 de 1994 de servicios domiciliarios	Recursos humanos
	Uso adecuado de EPPs	Usar efectivamente los EPPs	SST

Fuente: construcción de los autores.

c. Esquema de contratación y liberación del personal:

Figura 19.

Contratación y liberación de personal.



Fuente: construcción de los autores.

h. Definición de indicadores de medición de desempeño del equipo y esquema de incentivos y recompensas: La Evaluación de Desempeño hace parte de la gestión de talento humano y se observa como un proceso mediante el cual se verifican, valoran y califican las realizaciones de una persona y el cumplimiento de los requerimientos establecidos en el ejercicio de las funciones y responsabilidades inherentes a un empleo, gracias a ella se puede apreciar las competencias de los empleados para su área de acción, en la empresa de servicios públicos de la calera esta se lleva a cabo semestralmente bajo el siguiente rango:

Tabla 63.
Calificación de riesgo.

PONDERACION DE LA CALIFICACIÓN			
4.5 – 5	E	EXCELENTE	■
4 – 4.4	S	SOBRESALIENTE	■
3.8 – 3.9	B	BUENO	■
3 – 3.7	A	ACEPTABLE	■
1 – 2.9	R	REGULAR	■

Fuente: Informe de gestión ESPUCAL 2019.

La evaluación de desempeño laboral tiene como finalidad suministrar información basada en hechos a la administración sobre la competencia laboral de los empleados, que le permita tomar decisiones relacionadas con la permanencia del empleado en el servicio o implementar las acciones de mejoramiento individual e institucional, incentivos y estímulos pertinentes para la mejora del desempeño personal e institucional. Todo lo anterior acorde a:

- De acuerdo al formato de evaluación de desempeño incluido en el sistema de gestión de calidad, se realiza la evaluación de los funcionarios bajo la metodología establecida, aplicada a todo el personal de planta de la empresa ESPUCAL ESP de acuerdo a cada uno de sus niveles. Estos resultados son confidenciales por lo que reposan en los archivos digitales de la Dirección Administrativa.
- De acuerdo a los resultados de la Evaluación de Desempeño se realiza la consolidación de los resultados de los dos semestres del año, en el cual se promedian las dos calificaciones para obtener los puntajes totales. De acuerdo a estos totales, se definen los ganadores del programa de estímulos e incentivos y se evidencian los trabajadores que tienen falencias en su desempeño para iniciar un plan de acción específico. Estos resultados son confidenciales por lo que reposan en los archivos digitales de la Dirección Administrativa.
- Se realiza la evaluación de desempeño bajo la metodología establecida para el primer semestre del año, aplicada a todo el personal de planta de la empresa ESPUCAL ESP de

acuerdo a cada uno de sus niveles. Estas evaluaciones se realizaron en el mes de agosto y se consolidan en el formato digital “Consolidado Evaluación Desempeño”, para consolidar posteriormente los resultados del segundo semestre del año.

- Se realiza la evaluación de desempeño bajo la metodología establecida para el segundo semestre del año, aplicada a todo el personal de planta de la empresa ESPUCAL ESP de acuerdo a cada uno de sus niveles. Estas evaluaciones se realizan en el mes de diciembre y se consolidaron en el formato digital “Consolidado Evaluación Desempeño”, para consolidar los resultados de la vigencia.

Sistema de estímulos y plan de incentivos: Incentivo es todo estímulo expresamente planeado por las entidades, consecuente con un comportamiento deseable, el cual (estímulo), al ser satisfactor de una necesidad del servidor público, adquiere la capacidad de fortalecer dicho comportamiento, aumentando su probabilidad de ocurrencia en el futuro.

El estímulo que tiene como objetivo motivar a los mejores empleados y a los mejores equipos de trabajo, tanto pecuniarios como no pecuniarios, teniendo como fin crear un ambiente laboral propicio al interior de las entidades, así como reconocer el desempeño de los servidores públicos en niveles de excelencia se caracteriza por lo siguiente:

- El Sistema de Estímulos y Plan de Incentivos de ESPUCAL E.S.P. está encaminado a fundar condiciones favorables de trabajo y a dar reconocimiento al desempeño eficiente, eficaz y el compromiso de sus empleados de acuerdo al nivel de excelencia con el que desarrollan sus actividades laborales.
- La Empresa de Servicios Públicos de La Calera ESPUCAL E.S.P con el fin de fortalecer el sentido de pertenencia y cultura del servicio de los funcionarios, mediante el reconocimiento de sus logros y actitudes por medio del sistema de estímulos y plan de

incentivos hace entrega de bonos SODEXO por valor de \$500.000 y \$250.000 a cada uno de los niveles de la empresa, a los mejores empleados según los resultados de la Evaluación de Desempeño de los Periodos I y II del año.

- Se genera, además, el reconocimiento mensual público en las carteleras de la sede administrativa de ESPUCAL E.S.P de los trabajadores que se destacaron mensualmente por su labor. Este reconocimiento se evidencia de igual forma mediante resolución de gerencia. A continuación, se presentan la característica del mes: **Enero – Mayo:** Compromiso, proactividad y eficiencia; **junio:** Compromiso, proactividad y trabajo arduo; **julio:** Trabajo en equipo, esfuerzo y dedicación; **agosto:** Empeño, dedicación y trabajo en equipo; **septiembre:** Compromiso, proactividad, responsabilidad y motivación; **octubre:** Dedicación, empeño y compromiso, Persistencia en las labores operativas; **noviembre:** Colaboración y desempeño laboral; **diciembre:** Colaboración, Profesionalismo.

3.2.8. Plan de Gestión del Riesgo

a. Identificación de riesgos y determinación de umbral: Se controlan los riesgos del proyecto con las puntuaciones más altas de la programación del proyecto con un gestor de riesgo asignado. Esto permite que el director del proyecto pueda ver si estos riesgos deben ser supervisados más de cerca y cuando se espera el gestor de riesgos para proporcionar actualizaciones de estado en las reuniones con el equipo del proyecto.

Los riesgos de impacto más probable y más grandes se han añadido al plan del proyecto, para asegurar que se controlan durante el tiempo que el proyecto se expone a cada riesgo.

La mitigación de riesgos y prevención de los riesgos que han sido calificados, el equipo debe determinar la forma de abordar los que tienen la mayor probabilidad y el impacto potencial

en el proyecto. En esta sección se explican las consideraciones que deben hacerse y las opciones disponibles para el director del proyecto en la gestión de estos riesgos.

Tabla 64.
Identificación cualitativa de riesgos.

CATEGORIA	ID	LISTA DE RIESGOS
ADMINISTRATIVAS	R1	Personal no calificado para la utilización del nuevo sistema
	R4	Robo de los equipos y material, adquiridos para la implementación del sistema
	R5	Miembros del equipo Motivado para el desarrollo del proyecto
	R8	Recortes de presupuesto al proyecto
	R9	Reestructuración de la organización
	R10	Incumplimiento de la entrega de las obras
	R11	Capacitaciones no satisfechas al personal
	R15	Cambios de requerimientos en el proyecto
FISICAS	R2	Infraestructura mal estructurada
	R12	Obras defectuosas
PSICOSOCIALES	R3	Problemas entre los integrantes del grupo de desarrollo del proyecto
	R7	Resistencia al cambio por parte del personal.
AMBIENTALES	R16	Modificación del cronograma de actividades a desarrollar
EXTERNAS	R6	Demoras en el proceso licitatorio y por parte del Proveedor o contratista
	R14	Lugares restringido para la construcción de las obras
	R13	Obstrucción política por parte de otras entidades del gobierno

Fuente: construcción de los autores.

b. Análisis de riesgos del proyecto (cualitativo y cuantitativo) debe evidenciarse la aplicación y cálculo del valor Económico esperado:

- Análisis cualitativo.

Este se realizará evaluando la probabilidad de ocurrencia de los riesgos y el impacto generado sobre el cumplimiento de los objetivos del proyecto en términos de tiempo, alcance, costos y calidad y sobre su ejecución para crear estrategias correctivas y preventivas.

Para evaluar cualitativamente la probabilidad de ocurrencia de los riesgos identificados, se definen los siguientes criterios de calificación:

Tabla 65.
Matriz cualitativa de probabilidad e impacto.

OPCION	VALOR PROBAB	DESCRIPCION	VALOR IMPAC	% DE INCUMPLIMIENTO			
				TIEMPO	COSTO	CALIDAD	ALCANCE
MUY ALTO	5	Ocurre en la mayoría de circunstancias	5	40%	40%	80%	40%
ALTO	4	Probablemente ocurrirá en la mayoría del tiempo	4	30%	30%	50%	30%
MODERADO	3	Es posible que ocurra en el transcurso del tiempo	3	20%	20%	30%	20%
BAJO	2	Puede ocurrir en algún momento	2	10%	10%	20%	10%
MUY BAJO	1	Puede ocurrir, pero en situaciones excepcionales	1	1%	1%	10%	5%

Fuente: construcción de los autores.

Tabla 66.
Combinación probabilidad e impacto cualitativos.

PROBABILIDAD	IMPACTO				
	-1	-2	-3	-4	-5
-1	1 Inusual	2 Bajo	3 Moderado	4 Moderado	5 Alto
-2	2 Bajo	4 Bajo	6 Moderado	8 Alto	10 Alto
-3	3 Bajo	6 Bajo	9 Moderado	12 Alto	15 Extremo
-4	4 Moderado	8 Moderado	12 Alto	16 Extremo	20 Extremo
-5	5 Moderado	10 Alto	15 Alto	11 Extremo	7 Extremo

Fuente: Recuperado del proyecto “Ampliación de las redes de acueducto en el casco urbano del municipio”

- Análisis cuantitativo.

Este se realizará a través del valor monetario esperado, el cual se obtendrá como producto del impacto del riesgo por su probabilidad, además se realizará sobre los riesgos que resulten en el análisis cualitativo con una calificación o prioridad de tipo alto y extremo. Para estimar cuantitativamente la probabilidad de ocurrencia de los riesgos identificados, se definen los siguientes criterios de calificación:

Tabla 67.

Matriz cuantitativa de probabilidad e impacto.

OPCION	IMPACTO	PROBABILIDAD
MUY ALTO	80%	90%
ALTO	40%	70%
MODERADO	20%	60%
BAJO	10%	30%
MUY BAJO	5%	10%

Fuente: construcción de los autores.

Tabla 68.

Combinación probabilidad e impacto cuantitativos.

PROBABILIDAD	IMPACTO				
	5%	10%	20%	40%	80%
10%	Inusual	Bajo	Moderado	Moderado	Alto
30%	Bajo	Bajo	Moderado	Alto	Alto
60%	Bajo	Bajo	Moderado	Alto	Extremo
70%	Moderado	Moderado	Alto	Extremo	Extremo
90%	Moderado	Alto	Alto	Extremo	Extremo

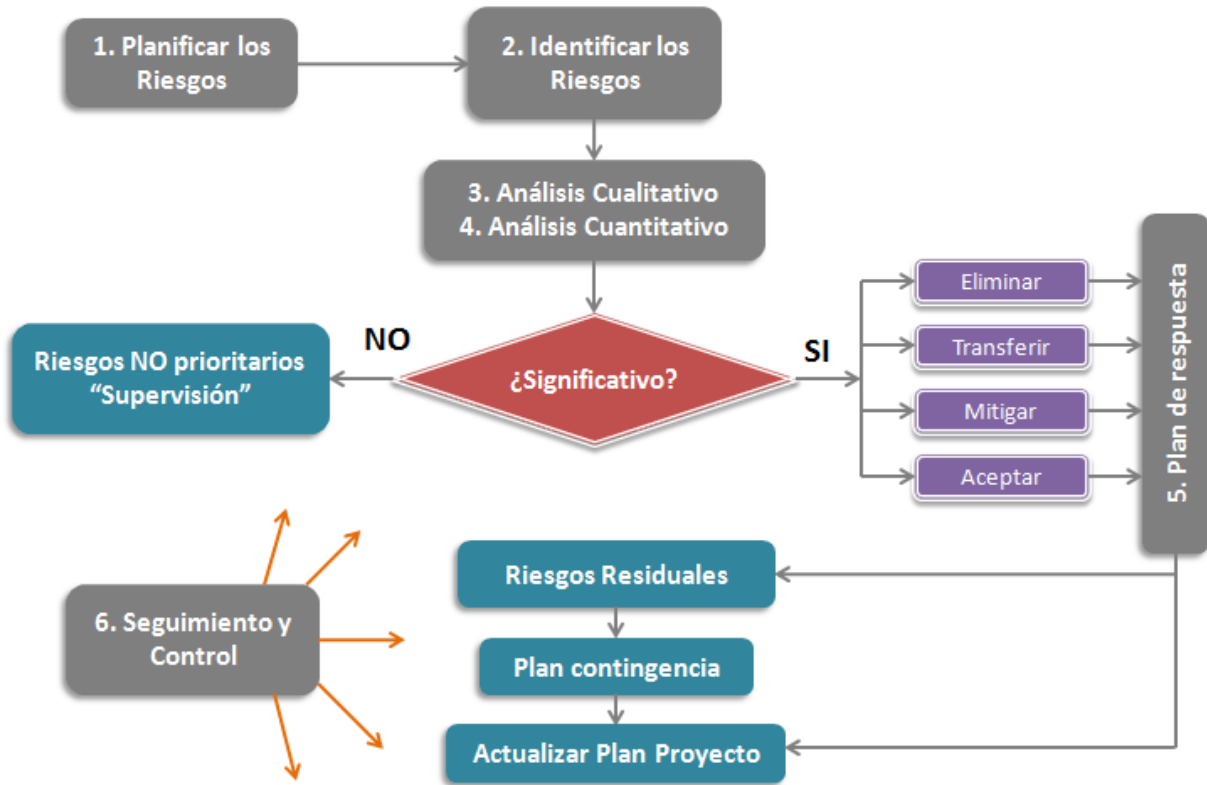
Fuente: construcción de los autores.

d. Matriz de riesgos: Se utiliza la tabla 48 de identificación de riesgos para poder identificar los riesgos asociados al proyecto, el cual se observa en el **Anexo D**.

e. Plan de respuesta a riesgo:

Figura 20.

Estructura de desglose de riesgos.



Fuente: recuperado de PMBOK 5th.

Tabla 69.
Plan de riesgo del proyecto.

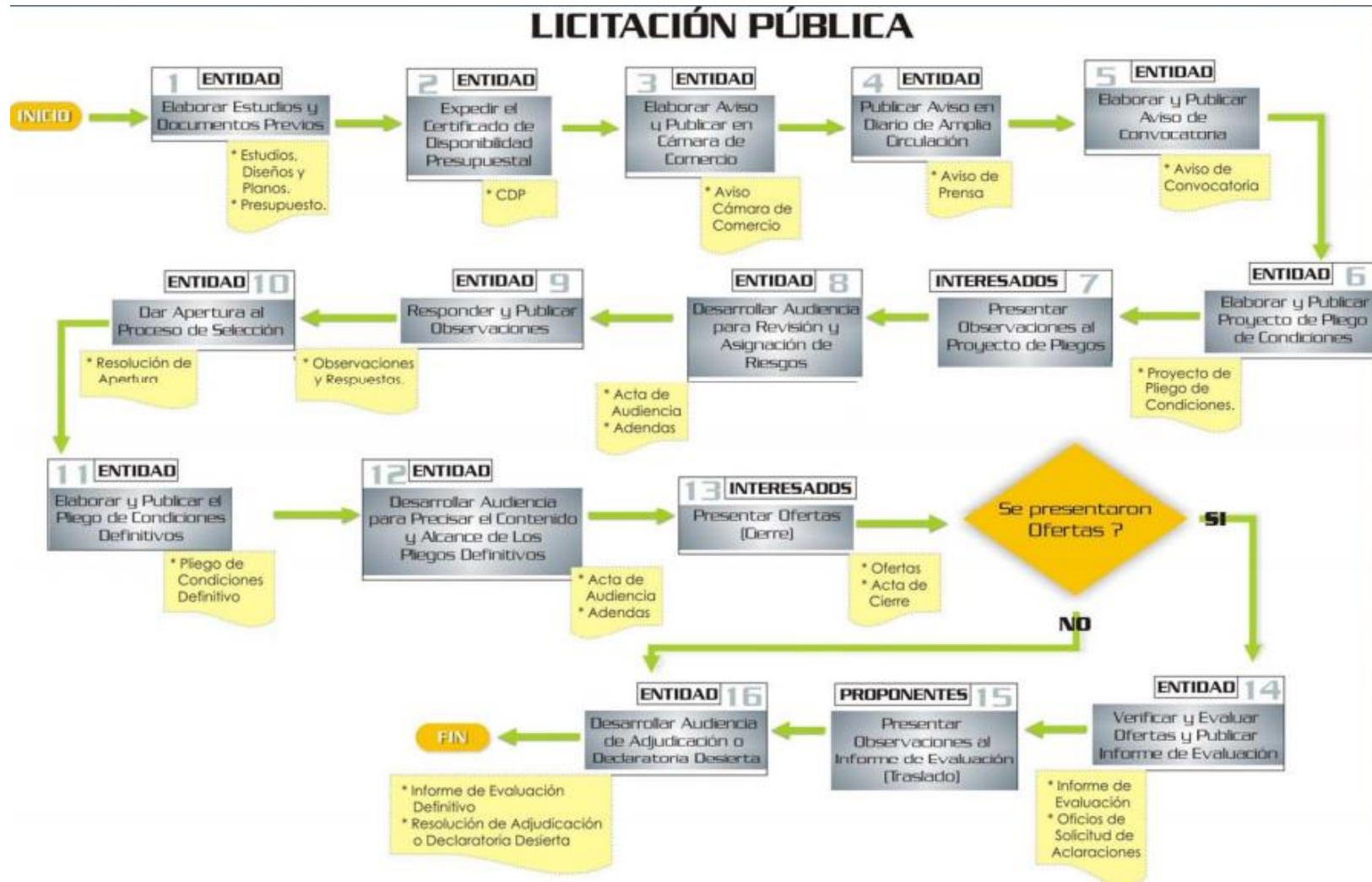
ID	POSIBLE RESPUESTA	ACCIÓN CORRECTIVA /PREVENTIVA	RESPONSABLE
R1	EVITAR	Aceptar el riesgo: Capacitar y/o brindar tutoriales al personal acerca de la utilización del sistema de comunicación policial.	Recursos humanos
R4	EVITAR	Mitigar Probabilidad a través de control de inventarios.	Gerente del proyecto y recursos humanos
R5	TRANSFERIR	Aumentar: Aplicar métodos de motivaciones para la participación eficiente de los miembros de desarrollo.	Recursos humanos
R8	MITIGAR	Mitigar: tener un salvamento a la mano para dar solución en caso de que haya problemas de falta de capital para el proyecto	Gerente del proyecto
R9	ACEPTAR	Mitigar: asignar un grupo encargado de la culminación del proyecto para no ocasionar que se cancele el proyecto	Gerente del proyecto
R10	MITIGAR	Mitigar Probabilidad: A través de cláusulas establecidas en la licitación, aplicando penalidades de acuerdo a las bases.	Supervisores
R11	ACEPTAR	Mitigar Impacto: Aplicar técnicas de dialogo para resolver conflictos entre los miembros. Además de promover un buen clima organizacional.	Recursos humanos
R15	TRANSFERIR	Mitigar Probabilidad: A través de un listado de todos los requerimientos y coordinación con ESPUCAL SA ESP	Gerente del proyecto
R2	EVITAR	Evitar el riesgo: Verificar el plan redes y buscar mejoras.	Gerente del proyecto
R12	EVITAR	Mitigar Probabilidad: A través de un personal capacitado y que con capacidad profesional para saber llegar al personal.	Gerente del proyecto
R3	TRANSFERIR	Mitigar Probabilidad: A través de un estudio de los lugares donde se va a intervenir o construir	Recursos humanos
R7	TRANSFERIR	Mitigar: Brindar capacitaciones en manejo de PTAPs a los empleados para que no tengan miedo al cambio.	Recursos humanos
R16	TRANSFERIR	Mitigar Probabilidad: A través de una buena comunicación con el proveedor e incentivación todo en personal involucrado.	Recursos humanos
R6	EVITAR	Mitigar: Probabilidad: A través de cláusulas establecidas en la licitación, aplicando penalidades.	Recursos humanos
R14	MITIGAR	Mitigar Probabilidad: A través de pruebas antes de su recibo	Recursos humanos
R13	EVITAR	Mitigar Probabilidad: A través de un informe describiendo los beneficios que será implementar dicho proyecto.	Recursos humanos

Fuente: construcción de los autores.

3.2.9. Plan de gestión de Adquisiciones

a. Selección y tipificación de contratos: Las adquisiciones para la entidad del Estado están sujetas al proceso licitatorio, en donde participa la Empresa de Servicios Públicos ESPUCAL SA ESP quien actúa como supervisor de la contratación de acuerdo con el manual de contratación adoptado.

Figura 21.
 Proceso de contratación.



Fuente: construcción de los autores.

b. Criterios de contratación, ejecución y control de compras y contratos: Los criterios para seleccionar de manera objetiva la oferta más favorable, se indicarán en los factores: jurídicos, técnicos, financieros y/o económicos, según corresponda y los ponderables que en caso de adquisición de bienes y de invitación de contratación directa en el cual se convocan dos personas y se seleccionará el que cumpliendo los requisitos habilitantes presente menor precio, para los demás objetos a contratar serán factores de calidad y precio, dentro de los cuales se podrán contemplar incentivos a la industria nacional, programación de obra, equipo de trabajo, experiencia, apoyo laboral a personas que acrediten vivir en el Municipio de La Calera, y demás aspectos que el estructurador del proceso considere necesarios y convenientes para la Empresa fijarlos.

c. Cronograma de compras con la asignación de responsable.

Tabla 70.
Cronograma de compras.

ACTIVIDAD	CANT	UN D	VALOR UNIT	VALOR TOTAL	RESPONSABLES
AIREACION Y DOSIFICACION DE FLOCULENCIAS					
Canaleta Parshall fibra de vidrio	1	UN D	\$ 2,419,326.00	\$ 2,419,326.00	Recursos humanos
Relleno de recebo compactado	1.2	M3	\$ 19,355.00	\$ 23,226.00	
Placa de contrapiso 8 cm	6	M2	\$ 64,462.00	\$ 386,772.00	
Muros de mampostería ladrillo	4	M2	\$ 43,548.00	\$ 174,192.00	
Pañete impermeable	4	M2	\$ 8,710.00	\$ 34,840.00	
Sistema dosificador de sulfato	1	GB	\$ 725,798.00	\$ 725,798.00	
FLOCULADOR					
Excavaciones	18	M3	\$ 11,613.00	\$ 209,034.00	Recursos humanos
Relleno de recebo compactado	12	M3	\$ 19,355.00	\$ 232,260.00	
Placa de contrapiso 8 cm	60	M2	\$ 64,462.00	\$ 3,867,720.00	
Muros de mampostería ladrillo	20.4	M2	\$ 43,548.00	\$ 888,379.20	
Pañete impermeable	40.8	M2	\$ 8,710.00	\$ 355,368.00	
Afinado de pisos	60	M2	\$ 15,636.00	\$ 938,160.00	
Laminas asbesto 290x50	120	UN D	\$ 24,193.00	\$ 2,903,160.00	
Sistema de apoyo laminas	1	GB	\$ 1,451,596.00	\$ 1,451,596.00	
SEDIMENTADOR					
Excavaciones	48	M3	\$ 11,613.00	\$ 557,424.00	Recursos humanos
Relleno de recebo compactado	4.8	M3	\$ 19,355.00	\$ 92,904.00	
Concreto 3000 psi piso	4.8	M3	\$ 338,706.00	\$ 1,625,788.80	
concreto 3000 psi muros	35.2	M3	\$ 362,899.00	\$ 12,774,044.80	
Refuerzo 60000 PSI	1760	KG	\$ 2,419.00	\$ 4,257,440.00	
Concreto viga reforzada entrada	4	GB	\$ 46,844.00	\$ 187,376.00	
Laminas asbesto 400*200	20	M3	\$ 96,773.00	\$ 1,935,460.00	

Sistema de apoyo láminas	1	M3	\$ 1,231,158.00	\$ 1,231,158.00	
FILTRO					
Excavaciones	75	M3	\$ 11,613.00	\$ 870,975.00	Recursos humanos
Relleno de recebo compactado	5	M3	\$ 19,355.00	\$ 96,775.00	
Concreto 3000 psi piso	7.5	M3	\$ 338,706.00	\$ 2,540,295.00	
concreto 3000 psi muros	21	M3	\$ 362,899.00	\$ 7,620,879.00	
Refuerzo 60000 PSI	2366	KG	\$ 2,419.00	\$ 5,723,354.00	
Prefabricado fondo filtro	4	GB	\$ 120,966.00	\$ 483,864.00	
Filtro gravas y arenas clasificadas	2	M3	\$ 266,126.00	\$ 532,252.00	
Filtro carbón activado	0.5	M3	\$ 435,479.00	\$ 217,739.50	
TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y CLORACION					
Excavaciones	540	M3	\$ 11,613.00	\$ 6,271,020.00	Recursos humanos
Relleno de recebo compactado	27	M3	\$ 19,355.00	\$ 522,585.00	
Concreto 3000 psi piso	40.5	M3	\$ 338,706.00	\$ 13,717,593.00	
concreto 3000 psi muros	57.6	M3	\$ 362,899.00	\$ 20,902,982.40	
Concreto 3000 psi tapa	27	M3	\$ 387,092.00	\$ 10,451,484.00	
Refuerzo 60000 PSI	11259	KG	\$ 2,419.00	\$ 27,235,521.00	
Equipo clorificador	1	GB	\$ 1,242,362.00	\$ 1,242,362.00	
PUESTA DE OPERACIÓN					
Químicos	1	GB	\$ 924,232.00	\$ 924,232.00	Recursos humanos
TOTAL				\$ 136,625,339.7	

Fuente: construcción de los autores.

4. Conclusiones y Recomendaciones

Debido a las instalaciones que están en un estado no funcional dentro del Acueducto del municipio la Calera, el presupuesto se ve reducido desde el comienzo dentro del proyecto, convirtiéndose en una ventaja sobre el estudio de mercado.

El presupuesto que se tiene en real para poder elaborar el proyecto es de \$563.972.942 y el valor estimado del proyecto es de \$475.953.679, lo cual arroja un 15,61% de costo adicional real, con lo que se pueden resolver los riesgos correspondientes al proyecto, enlistados en la Matriz de Riesgos, Anexo E.

Es importante nombrar el constante crecimiento de la población de la Calera, lo cual corresponde a tomar medidas futuras acerca del abastecimiento de agua por parte del acueducto, pero no se puede dejar de lado la visión de optimar el acueducto nuevamente en unos 20 años y tenerlo como un objetivo organizacional.

La mayoría de interesados, siempre van a estar mirando hacia los recursos y la disponibilidad del servicio, ya que estos dos factores se han convertido en el pilar fundamental de

vida de toda región, por tal motivo la matriz de trazabilidad de requisitos está encaminada a estos dos factores y con ello poder responder ante cualquier afectación y dar soluciones concisas.

Bibliografía

- Alcaldía de la Calera. (1999). Acuerdo Municipal 043. Recuperado de: www.notinet.com.co/pedidos/POTlcalera.pdf.
- Barahona, A. M. (2010). Operación y mantenimiento de Sistemas de abastecimiento de agua. Serie: GESTIÓN DEL AGUA en cuencas transfronteriza. Recuperado de https://www.iucn.org/sites/dev/files/import/downloads/3_5_fasciculo_4___operacion_y_mantenimiento.pdf
- Bisquerra, R. (1989). Métodos de investigación educativa. Guía práctica. Barcelona: CEAC.
- Corbetta, P. (2003). Metodología y técnicas de investigación social. Madrid: McGraw-Hill.
- Corporación Autónoma Regional -CAR- (2006) & Ecoforest Ltda., citado por Progresar. (2015). Planeación ecológica. Recuperado de: www.crautonomia.gov.co/convocatorias/ong/Eval_InformacionDoc_ONGs.p.
- Corte Constitucional de Colombia. (1994). Ley de Servicios Domiciliarios - Ley 142. Recuperado de: www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/2008/SU1010-08.htm.
- Crococo2. (2014). Calculadora de emisiones de Gases Efecto Invernadero. Recuperado de: <https://www.ceroco2.org/calculadoras/calculoGEI>.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE_. (2017). Proyección de población. Recuperado de: www.dane.gov.co.

EAE Business School (2020). Guía PMBOK: definición, estructura y tips de estudio. Recuperado de <https://retos-operaciones-logistica.eae.es/que-es-la-guia-pmbok-y-como-influye-en-la-administracion-de-proyectos>

Galán, F. (1998). Observaciones generales acerca de la planificación en Colombia. En Departamento Nacional de Planeación - DNP y Fescol (Eds.), El agua y las organizaciones sociales. Cinco estudios de caso (pp. 21-78). Bogotá, Colombia: Prisma.

Ley de Servicios Públicos Domiciliarios. (1994). Acuerdo 041 de 1996 Ley 142 de 199.

Lopera, J. D. et al. (2010). EL MÉTODO ANALÍTICO COMO MÉTODO NATURAL. Nómadas. Critical Journal of Social and Juridical Sciences, vol. 25, núm. 1. Euro-Mediterranean University Institute Roma, Italia.

Ostrom, E. (2000b). El gobierno de los bienes comunes: la evolución de las instituciones de acción colectiva. México: Fondo de Cultura Económica.

Planeación Municipal de La Calera. (2010). Generalidades. Recuperado de: www.lacalera-cundinamarca.gov.co/Transparencia/.../Planeacion,-Gestion-y-Control.a.

Rey, E., Lizcano, J. A. & Chacón, G. (2011). Una visión histórica de los servicios públicos en Colombia. Revista Tecnogestión: una mirada al ambiente. Vol. 8 Núm. 1.

Secretaría de Planeación. (2009). Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado. Recuperado de: www.sdp.gov.co/.../planes-maestros/planes/plan-maestro-de-acueducto-y-alcantarillad.

Valencia, G. (2008). La irrazonable lucha del Estado contra los pequeños proveedores del servicio de agua en Colombia. Debates.

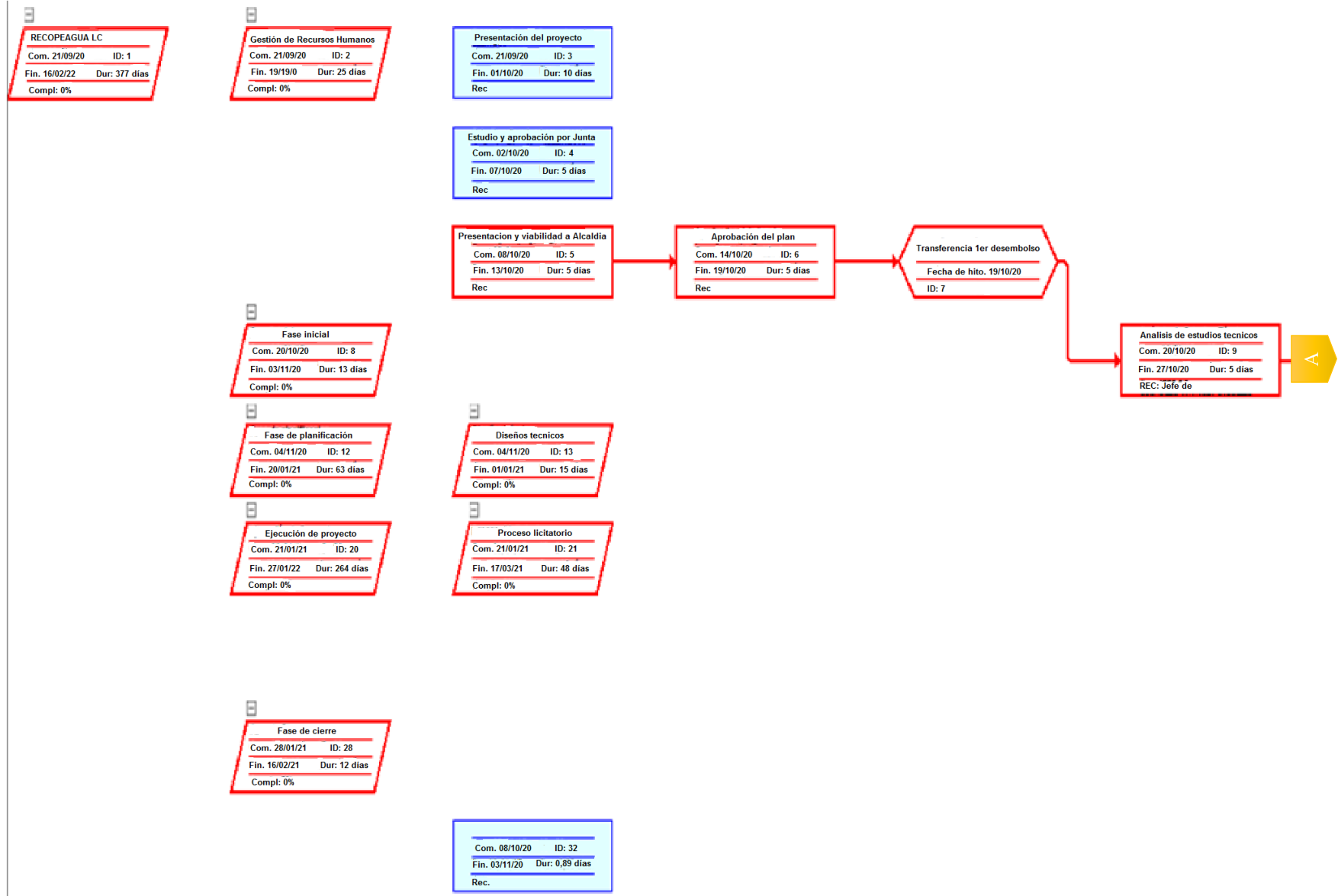
Anexos

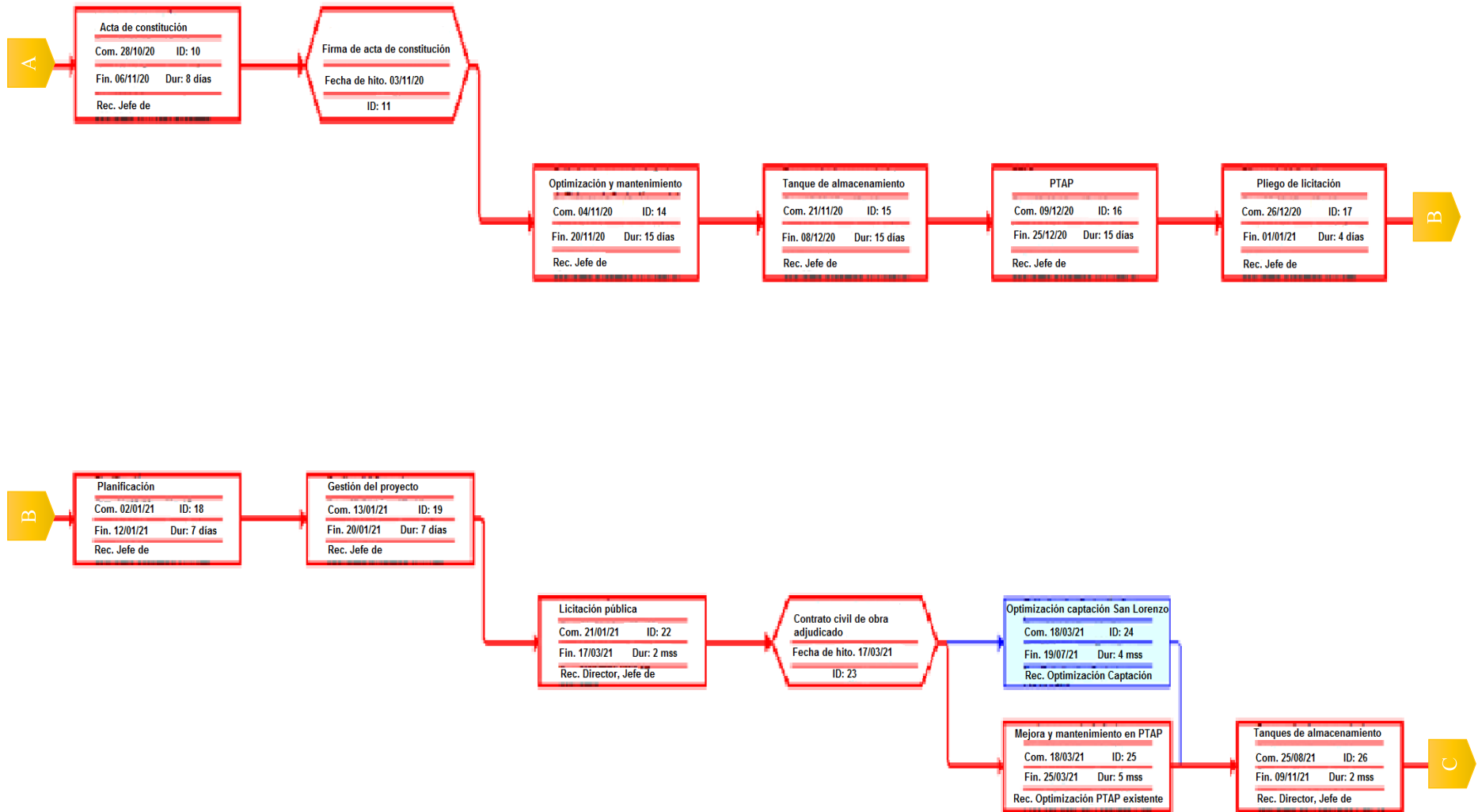
Anexo A. Matriz de trazabilidad de requisitos

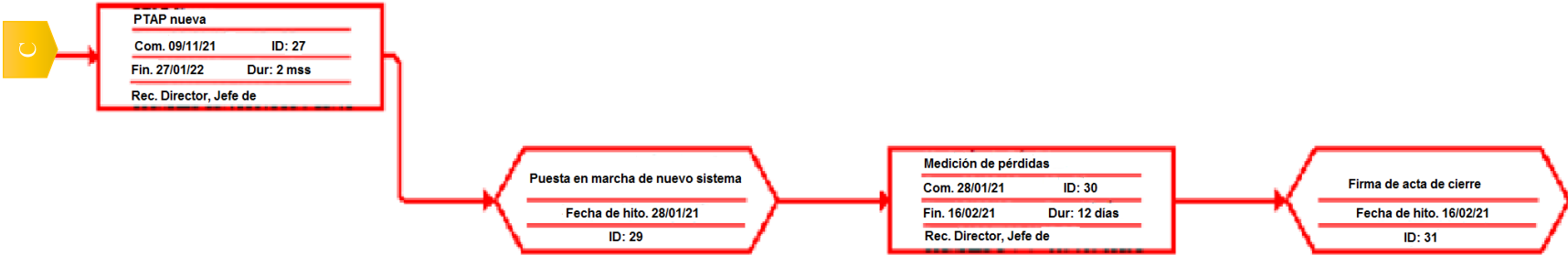
ID	Descripción	Criterio de Aceptación	Prioridad	Versión	EDT Entregables que lo resuelven
1. REQUISITOS DEL NEGOCIO					
1,1	OBJETIVO ESTRATEGICO 1: MEJORA DE PROCESOS	%	2	1,0	1. Documento de planificación 2. Plan de gestión del proyecto
1,2	OBJETIVO ESTRATEGICO 2: REDUCCION DE COSTOS	\$	1	1,0	1. Plan de transferencia de recursos. 2. Plan de gestión del proyecto
2. REQUISITOS DE DIRECCION DE PROYECTO					
2,1	Contratación	Desempeño	1	1,0	1. Manual de contratación
2,2	Sistemas de Gestión	%	1	1,0	1. Plan de Calidad
3. PRODUCTO					
3.1 FUNCIONALES					
4.1.1	La planta debe alertar si hay algún fallo en las instalaciones temperatura superior a:		1	1,0	1. Estudio técnico
4.1.2	La planta debe alertar si hay una reducción en los caudales		1	1,0	1. Estudio técnico
3.2 NO FUNCIONALES					
3.2.1	PRESENTACION: El producto debe tener todos los estándares de calidad	Estándares de calidad	1	1,0	1. Plan de gestión del proyecto
3.2.2	USABILIDAD: El producto puede ser usado por los usuarios con total tranquilidad	Estándares de calidad	1	1,0	1. Plan de gestión del proyecto
3.2.3	SEGURIDAD: El producto no puede estar contaminado	Estándares de calidad	1	1,0	1. Plan de gestión del proyecto
3.2.4	DISPONIBILIDAD: El producto debe estar disponible en todo momento	24 x día o 365 x año	1	1,0	1. Estudio técnico
3.2.5	TIEMPO ENTRE FALLAS: Toda falla debe ser resuelta inmediatamente	24 horas	1	1,0	1. Estudio técnico
3.2.6	CAPACIDAD: El producto debe ser entregado a todos los usuarios	Usuarios/m3	1	1,0	1. Estudio técnico
3.2.7	ENTORNO FÍSICO: el producto debe estar siempre supervisado	24 x día o 365 x año	1	1,0	1. Estudio técnico
3.2.8	MANTENIMIENTO: Las instalaciones que hacen el proceso al producto deben estar en mantenimiento constante.	24 x día o 365 x año	2	1,0	1. Estudio técnico
3.2.9	LEGAL: El producto debe cumplir con las normas	Marco normativo del proyecto	1	1,0	1. Plan de gestión del proyecto
3.2.10	MEDIO AMBIENTE: La organización no puede atentar contra el ambiente por la explotación del recurso.	Marco normativo del proyecto	1	1,0	1. Estudio técnico 2. Plan de gestión del proyecto

Fuente: construcción de los autores.

Anexo B. Diagrama de Red







Anexo C. Listado de actividades con estimación de duraciones esperadas con uso de la distribución (PERT)

Actividad	Nombre de tarea	Duración optimista	Duración más probable	Duración pesimista	PERT	σ	σ^2
1	RECOPEAGUA LC	362 días	365	422	374	10	100
2	Gestión de Recursos	10 días	13	20	13,67	1,67	2,78
3	Presentación del Proyecto ante ESPUCAL	10 días	13	20	13,67	1,67	2,78
4	Estudio y Aprobación por parte de Junta Directiva (ESPUCAL)	5 días	6	13	7	1,33	1,78
5	Presentación y Viabilidad del Proyecto ante Alcaldía	5 días	6	13	7	1,33	1,78
6	Aprobación del plan de transferencias Recursos	5 días	6	13	7	1,33	1,78
7	Transferencia 1er Desembolso	0 días	1	2	1	0,33	0,11
8	Fase Inicial	13 días	15	25	16,33	2	4
9	Análisis de Estudios Técnicos	5 días	6	13	7	1,33	2
10	Acta de Constitución	8 días	12	23	13,17	2,5	6
11	Firma de Acta de Constitución	0 días	1	2	1	0,33	0,11
12	Fase de planificación	63 días	68	74	68,17	1,83	3
13	Diseños Técnicos	49 días	54	62	54,5	2,17	5
14	Optimización y mantenimiento de Sistema de Captación y potabilización	15 días	18	31	19,67	2,67	7
15	Tanques de almacenamiento	15 días	18	31	19,67	2,67	7
16	PTAP	15 días	18	31	19,67	2,67	7
17	Pliegos de Licitación	4 días	5	8	5,33	0,67	0
18	Planificación	7 días	10	17	10,67	1,67	3
19	Gestión del Proyecto	7 días	10	17	10,67	1,67	3
20	Ejecución de Proyecto	264 días	270	276	270	2	4
21	Proceso Licitatorio	48 días	53	60	53,33	2	4
22	Licitación Pública	2 mss	3	5	3,17	0,50	0
23	Contrato Civil de obra Adjudicado	0 días	1	2	1	0,33	0
24	Optimización Captación San Lorenzo	4 mss	6	8	6	0,67	0
25	mejora y mantenimiento en PTAP Villa 70	5 mss	8	10	7,83	0,83	1
26	Tanques de almacenamiento	2 mss	3	5	3,17	0,50	0
27	PTAP Nueva	2 mss	3	5	3,17	0,50	0
28	Fase de Cierre	12 días	13	24	14,67	2	4
29	Puesta en Marcha de nuevo sistema	0 días	1	2	1	0,33	0
30	Medición de Pérdidas	12 días	13	24	14,67	2,00	4
31	Firma de Acta de cierre	0 días	1	2	1	0,33	0
					1048,17	N/A	176,75
							13,29

Fuente: Construcción de los autores.

Anexo D. Matriz de riesgo

ÍTEM	CATEGORIA	ID	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	PROBABILIDAD	IMPACTO	SEVERIDAD	ACEPTAR	TRANSFERIR	MITIGAR	EVITAR	PLAN DE ACCIÓN
1	ADMINISTRATIVA	R1	Personal no calificado para la utilización del nuevo sistema	2	5	10				X	Aceptar el riesgo: Capacitar y/o brindar tutoriales al personal acerca de la utilización del sistema de comunicación policial.
		R4	Robo de los equipos y material, adquiridos para la implementación del sistema	2	5	10				X	Mitigar Probabilidad a través de control de inventarios.
		R5	Miembros del equipo Motivado para el desarrollo del proyecto	3	3	9		X			Aumentar: Aplicar métodos de motivaciones para la participación eficiente de los miembros de desarrollo.
		R8	Recortes de presupuesto al proyecto	4	3	12			X		Mitigar: tener un salvamento a la mano para dar solución en caso de que haya problemas de falta de capital para el proyecto
		R9	Reestructuración de la organización	3	2	6	X				Mitigar: asignar un grupo encargado de la culminación del proyecto para no ocasionar que se cancele el proyecto
		R10	Incumplimiento de la entrega de las obras	3	4	12			X		Mitigar Probabilidad: A través de cláusulas establecidas en la licitación, aplicando penalidades de acuerdo a las bases.
		R11	Capacitaciones no satisfechas al personal	1	2	2	X				Mitigar Impacto: Aplicar técnicas de dialogo para resolver conflictos entre los miembros. Además de promover un buen clima organizacional.
		R15	Cambios de requerimientos en el proyecto	2	3	6		X			Mitigar Probabilidad: A través de un listado de todos los requerimientos y coordinación con ESPUCAL SA ESP
2	FISICAS	R2	Infraestructura mal estructurada	2	5	10				X	Evitar el riesgo: Verificar el plan redes y buscar mejoras.
		R12	Obras defectuosas	2	5	10				X	Mitigar Probabilidad: A través de un personal capacitado y que con capacidad profesional para saber llegar al personal.
3	PSICOSOCIALES	R3	Problemas entre los integrantes del grupo de desarrollo del proyecto	3	3	9		X			Mitigar Probabilidad: A través de un estudio de los lugares donde se va a intervenir o construir

		R7	Resistencia al cambio por parte del personal.	3	3	9		X		Mitigar: Brindar capacitaciones en manejo de PTAPs a los empleados para que no tengan miedo al cambio.
4	AMBIENTALES	R16	Modificación del cronograma de actividades a desarrollar	4	2	8		X		Mitigar Probabilidad: A través de una buena comunicación con el proveedor e incentivación todo en personal involucrado.
5	EXTERNAS	R6	Demoras en el proceso licitatorio y por parte del Proveedor o contratista	5	4	20			X	Mitigar: Probabilidad: A través de cláusulas establecidas en la licitación, aplicando penalidades.
		R14	Lugares restringido para la construcción de las obras	4	3	12			X	Mitigar Probabilidad: A través de pruebas antes de su recibo
		R13	Obstrucción política por parte de otras entidades del gobierno	4	5	20			X	Mitigar Probabilidad: A través de un informe describiendo los beneficios que será implementar dicho proyecto.

Fuente: Construcción de los autores.