

**PROPUESTA DE CARACTERIZACIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTROS Y  
DISEÑO DE LA ESTRUCTURA MÓVIL DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO  
DE AGUAS SERVIDAS QUE HAGA USO DEL SISTEMA BIDA®, PARA LA  
EMPRESA ACUACARE S.A.S., ORIENTADA A CAMPAMENTOS  
PETROLEROS EN COLOMBIA**

---

**AUTOR**

**CRISTIAN CAMILO JIMÉNEZ BENAVIDES**

**TRABAJO DE GRADO**

**DIRECTOR**

**MARCO OSWALDO PRIETO APONTE**  
Ingeniero Industrial



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA  
INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**BOGOTÁ D.C., 2014**

## CONTENIDO

LISTA DE TABLAS .....	4
LISTA DE ILUSTRACIONES.....	5
LISTA DE ANEXOS .....	6
RESUMEN EJECUTIVO .....	7
INTRODUCCIÓN .....	8
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	9
1.1. ANTECEDENTES.....	9
1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....	17
1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	19
1.4. OBJETIVOS .....	19
1.4.1. Objetivo General .....	19
1.4.2. Objetivos Específicos.....	19
1.5. ALCANCE .....	19
2. MARCO CONCEPTUAL.....	20
2.1. CADENA DE SUMINISTROS.....	20
2.2. PLANEACIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTROS .....	22
2.3. MODELO SCOR .....	23
2.5. DISEÑO DE PRODUCTO .....	25
2.6. PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS .....	25
2.6.1. Trampa de Grasas .....	25
2.6.2. Pozo Séptico.....	25
2.6.3. Lecho Filtrante .....	26
2.6.4. Lagunas de Estabilización.....	26
2.7. AGUAS SERVIDAS .....	26
3. CADENA DE SUMINISTROS ACTUAL DE LA EMPRESA .....	28
3.1. CARACTERIZACIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTROS .....	28
3.2. DIAGNOSTICO ESTRATÉGICO .....	34
3.3. ESTRATEGIA ACTUAL DE LA EMPRESA.....	39
4. CARACTERÍSTICAS DEL MÉTODO CONVENCIONAL Y DEL MÉTODO PROPUESTO .....	41
4.1. TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS A PARTIR DEL MÉTODO CONVENCIONAL .....	41
4.2. TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS A PARTIR DEL MÉTODO PROPUESTO .....	45
4.3. COMPARACIÓN MÉTODO ACTUAL VERSUS MÉTODO PROPUESTO.....	47
5. DISEÑO Y CADENA DE SUMINISTROS DE LA PROPUESTA .....	49
5.1. DESARROLLO DEL PRODUCTO .....	49
5.1.1. Necesidades y Requerimientos del Cliente.....	50
5.1.2. Especificaciones del Producto.....	52
5.1.3. Definición del Concepto .....	52
5.2. CARACTERIZACIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTROS .....	61
5.2.1. Planeación.....	66
5.2.2. Aprovisionamiento .....	69
5.2.3. Manufactura.....	72
5.2.4. Distribución.....	73
5.2.5. Devolución.....	75
5.3. INDICADORES DE DESEMPEÑO .....	76
6. ANÁLISIS FINANCIERO DE LA PROPUESTA.....	80

6.1. ESCENARIO 1.....	83
6.2. ESCENARIO 2.....	85
6.3. ESCENARIO 3.....	86
7. CONCLUSIONES.....	89
8. RECOMENDACIONES .....	91
9. BIBLIOGRAFÍA .....	92
ANEXOS.....	94

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Mercados Atendidos por la Empresa AcuaCare S.A.S. ....	14
Tabla 2. Clientes de la Empresa AcuaCare S.A.S.....	14
Tabla 3. Competencia de la Empresa AcuaCare S.A.S.....	15
Tabla 4. Procesos Cadena de Suministros AcuaCare S.A.S. ....	32
Tabla 5. Perfil de Capacidad Interna AcuaCare S.A.S. ....	35
Tabla 6. Perfil de Oportunidades y Amenazas del Medio AcuaCare S.A.S. ....	37
Tabla 7. Matriz DOFA AcuaCare S.A.S. ....	38
Tabla 8. Método Actual vs Método Propuesto.....	47
Tabla 9. Concepto Preliminar del Producto a Desarrollar.....	50
Tabla 10. Matriz de Ponderación de Requerimientos del Cliente.....	51
Tabla 11. Criterios para la Selección de Material.....	56
Tabla 12. Matriz de Priorización de Materiales para el Soporte.....	56
Tabla 13. Matriz de Priorización de Materiales para la Carpa de Protección.....	59
Tabla 14. Cumplimiento de los Requerimientos del Cliente.....	61
Tabla 15. Procesos Cadena de Suministros Propuesta AcuaCare S.A.S. ....	62
Tabla 16. Ficha Técnica Nivel de Aprovisionamiento.....	77
Tabla 17. Ficha Técnica Lead Time.....	77
Tabla 18. Ficha Técnica Nivel de Flexibilización.....	77
Tabla 19. Ficha Técnica Faltante.....	78
Tabla 20. Ficha Técnica No Conforme.....	78
Tabla 21. Ficha Técnica Exactitud en la Entrega.....	78
Tabla 22. Costos de Materiales.....	81
Tabla 23. Salario Mínimo Mensual Legal Vigente en Colombia.....	81
Tabla 24. Costo de Mano de Obra.....	82
Tabla 25. Costos de Servicios de Transporte y Materiales Indirectos de Fabricación.....	82
Tabla 26. Costos de Mano de Obra Indirecta.....	82
Tabla 27. Costos de Servicios Públicos y Construcciones y Edificaciones.....	83
Tabla 28. Punto de Equilibrio AcuaCare S.A.S. ....	83
Tabla 29. Flujo de Caja Escenario 1.....	84
Tabla 30. Flujo de Caja Escenario 2.....	86
Tabla 31. Flujo de Caja Escenario 3.....	87

## LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Sistema BIDA® .....	10
Ilustración 2. Organigrama Empresa AcuaCare S.A.S. ....	12
Ilustración 3. Biofiltro .....	12
Ilustración 4. Filtro Personal .....	13
Ilustración 5. Pozos Exploratorios en Colombia .....	16
Ilustración 6. Producción de Petróleo en Colombia .....	17
Ilustración 7. Diagrama Causa – Efecto.....	17
Ilustración 8. Cadena de Suministros Inmediata para una Empresa Individual. ....	20
Ilustración 9. Curva Crítica .....	21
Ilustración 10. Decisiones en la Cadena de Suministros según el Nivel de Planeación .....	22
Ilustración 11. Lecho Filtrante.....	26
Ilustración 12. Diagrama de Flujo Proceso de Desarrollo de Productos AcuaCare S.A.S. ....	29
Ilustración 13. Alcance Cadena de Suministros AcuaCare S.A.S. ....	31
Ilustración 14. Cadena de Suministros AcuaCare S.A.S. ....	32
Ilustración 15. Estrategias Empresariales .....	39
Ilustración 16. Gestión Ambiental de Aguas Servidas - Pozo Séptico.....	43
Ilustración 17. Gestión Ambiental de Aguas Servidas - Planta de Tratamiento de Aguas .....	44
Ilustración 18. Sistema BIDA® .....	46
Ilustración 19. Diagrama de Funciones Planta de Tratamiento de Aguas Servidas.....	52
Ilustración 20. Diagrama de Subfunciones Planta de Tratamiento de Aguas Servidas.....	53
Ilustración 21. Planta Móvil de Tratamiento de Aguas Servidas .....	54
Ilustración 22. Soporte .....	55
Ilustración 23. Simulación de Esfuerzos .....	57
Ilustración 24. Esfuerzos .....	57
Ilustración 25. Carpa de Protección.....	58
Ilustración 26. Cartucho.....	59
Ilustración 27. Pieza para Anclaje de Tanque y Cartucho .....	60
Ilustración 28. Alcance Cadena de Suministros Propuesta AcuaCare S.A.S. ....	61
Ilustración 29. Cadena de Suministros Propuesta AcuaCare S.A.S.....	62
Ilustración 30. Planeación de la Cadena de Suministros.....	66
Ilustración 31. Planeación del Aproveccionamiento .....	67
Ilustración 32. Planeación de la Manufactura.....	67
Ilustración 33. Planeación de la Distribución.....	68
Ilustración 34. Planeación de la Devolución.....	69
Ilustración 35. Aproveccionamiento de Materiales de Almacenamiento.....	69
Ilustración 36. Aproveccionamiento de Materiales Fabricados Bajo Pedido .....	70
Ilustración 37. Aproveccionamiento de Materiales Fabricados por Ingeniería Bajo Pedido .....	71
Ilustración 38. Manufactura por Ingeniería Bajo Pedido .....	72
Ilustración 39. Distribución de Productos Fabricados por Ingeniería Bajo Pedido .....	74
Ilustración 40. Recepción de la Devolución de Productos para Mantenimiento.....	75
Ilustración 41. Proyección Actividad Exploratoria.....	80
Ilustración 42. Presupuesto Escenario 1 – AcuaCare S.A.S.....	84
Ilustración 43. Presupuesto Escenario 2 – AcuaCare S.A.S.....	85
Ilustración 44. Presupuesto Escenario 3 – AcuaCare S.A.S.....	87

## LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Acuerdo de Licencia.....	94
Anexo C. Preguntas a Juan Carlos Guáqueta, CEO AcuaCare S.A.S.....	96
Anexo D. Preguntas a Héctor Cañas, Exfuncionario de una Empresa de Petróleo.....	96
Anexo E. Dibujo Isométrico Soporte .....	97
Anexo F. Dibujo Isométrico Carpa de Protección.....	98
Anexo G. Dibujo Isométrico Pieza para Anclaje .....	99
Anexo H. Cotización Soporte Sudeim S.A.S. ....	100
Anexo I. Cotización Grúa con Brazo Articulado Izatrans S.A.....	101
Anexo J. PYG AcuaCare S.A.S. ....	103
Anexo K. Costo de Elaboración del Producto Escenario 1 .....	104
Anexo L. Costo de Elaboración del Producto Escenario 2.....	105
Anexo M. Costo de Elaboración del Producto Escenario 3.....	106

## RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo de grado presenta una propuesta de diseño de la estructura móvil y caracterización de la cadena de suministros de una planta de tratamiento de aguas servidas que haga uso del Sistema BIDA®, para la Empresa AcuaCare S.A.S., enmarcada en las necesidades y requerimientos de los campamentos petroleros en Colombia. Esta propuesta busca mostrarle a la Empresa cómo atender otros mercados a partir de modificaciones en el diseño del producto ofrecido por ésta actualmente y de la estructuración de la cadena de suministros conforme a las características de dicho diseño.

En primer lugar, se presenta la situación actual de la Empresa AcuaCare S.A.S. con el fin de identificar todas las actividades que dan lugar a la elaboración y colocación del producto en el lugar establecido por el cliente, con el fin de entender el flujo y transformación de información, materias primas y producto terminado partiendo en los proveedores, pasando por la Empresa, hasta llegar al cliente y viceversa. Al caracterizar la cadena de suministros se pretende identificar las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas de la Empresa con el fin de aprovechar y hacer uso de las oportunidades y fortalezas en la propuesta para mitigar los efectos de las debilidades y amenazas sobre ésta. Además, se identifica la estrategia actual de la Empresa AcuaCare S.A.S. para alinear la propuesta a su forma de actuar y competir en el mercado.

Por otra parte, se analizan los métodos convencionales de tratamiento de aguas servidas utilizados en campamentos petroleros en Colombia y el Sistema BIDA® de AcuaCare S.A.S. para determinar las ventajas y desventajas en el uso de estos métodos y utilizarlas como marco de referencia para el diseño de la propuesta.

Al identificar la situación actual de la Empresa y del cliente, se procede a elaborar el diseño de la estructura móvil de la planta de tratamiento de aguas servidas, el cual se centra en un componente del diseño actual, el tanque Biofiltro en donde se lleva a cabo el proceso de tratamiento del agua suministrada por la comunidad. Este diseño permite adaptar la planta a las necesidades y requerimientos del cliente, teniendo en cuenta el uso de materiales que cumplan con los criterios de disponibilidad, transporte y manipulación, adaptabilidad al diseño, peso, costo y resistencia a condiciones ambientales para su elaboración. Teniendo en cuenta el diseño se definen cada una de las actividades necesarias para la elaboración y entrega del producto al cliente, las cuales respondan a los requerimientos del diseño del producto.

Finalmente, se elabora la evaluación financiera de la propuesta la cual determinará la viabilidad de implementación de ésta, a partir de la discriminación del presupuesto necesario para su desarrollo y un análisis costo beneficio.

## INTRODUCCIÓN

Las empresas más competitivas y exitosas son aquellas capaces de desarrollar productos nuevos para atender las necesidades y requerimientos del mercado cambiante, logrando un equilibrio y correcta ejecución de sus procesos de negocio. El proceso de desarrollo de un producto involucra el diseño y definición de la cadena de suministros para su elaboración y colocación en el mercado, los cuales se encuentran relacionados entre sí y dependen de las estrategias y capacidades de la empresa. En este proceso se debe determinar el mercado y tipo de cliente a atender, junto con las necesidades y requerimientos a satisfacer a partir del diseño del producto (el cual empieza en el cliente). Dicho producto debe contar con un elemento diferenciador el cual permita no sólo responder a las necesidades y requerimientos del cliente, también superar sus expectativas.

La cadena de suministros está compuesta por diferentes eslabones (proveedores – empresa – clientes) los cuales adquieren responsabilidades conforme al tipo de negocio y de producto desarrollado. Dichos eslabones ejecutan actividades de planeación, aprovisionamiento, manufactura, distribución y devolución las cuales permiten el flujo continuo y efectivo de materiales, componentes e información entre ellos. Además se apoya en actividades de soporte las cuales facilitan su ejecución. Es importante identificar dichas actividades con el fin de conocer la trazabilidad del producto para controlar y minimizar su variabilidad en la ejecución de la cadena, lo que se traduce en el correcto desempeño de ésta (según el cumplimiento de las metas establecidas por la empresa) y en la satisfacción del cliente. De esta manera, es importante que las actividades llevadas a cabo en el proceso de desarrollo de un producto se acoplen con el fin de cumplir los objetivos y metas propuestas por la empresa y entregar al cliente un producto en el momento y lugar que lo necesita.

El presente trabajo de grado muestra una completa descripción y análisis de las actividades llevadas a cabo en el desarrollo de un producto, con el objetivo de mostrarle a la Empresa AcuaCare S.A.S., como alinear dichas actividades enfocándose en la satisfacción del cliente a partir de modificaciones en el diseño del producto actual que le permita desenvolverse en mercados nuevos, teniendo en cuenta sus fortalezas y las oportunidades del contexto en el que se desempeña.



## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1. ANTECEDENTES

El agua es un recurso natural fundamental para la vida, pues es necesaria para el desarrollo de diferentes actividades del día a día. Debido a la disponibilidad y utilización de este recurso se han desarrollado diferentes métodos para mitigar los efectos generados por los residuos líquidos industriales (riles) y las aguas servidas (domésticas). Es importante mencionar que, “alrededor del 90% de las aguas servidas y el 70% de los desechos industriales en los países en vía de desarrollo se descargan sin tratamiento alguno, provocando con frecuencia la contaminación del suministro de agua servible”<sup>1</sup>. A continuación, se presentan los métodos utilizados en el tratamiento de aguas servidas y residuos líquidos industriales, actualmente.

#### - Anaeróbico<sup>2</sup>

Este sistema permite la degradación controlada de material orgánico presente en las aguas domésticas en un proceso de cuatro etapas:

1. En la primera etapa, una trampa de grasas permite separar elementos biodegradables, aguas negras y aguas jabonosas.
2. Los sólidos contenidos son sedimentados y transformados en lodos y gases (CO<sub>2</sub> y Metano) gracias a la intervención de un tanque digestor, en la segunda etapa.
3. A continuación, en la tercera etapa, un tanque anaeróbico descompone los últimos residuos de materia orgánica.
4. Finalmente, en la cuarta etapa, un filtro o campo de infiltración consigue parcialmente la retención final de tóxicos y nutrientes a niveles aceptables.

El sistema anaeróbico permite una remoción de sólidos mayor al 80%. Su funcionamiento hace uso de la gravedad, por lo tanto no requiere consumo excesivo de energía, además el proceso es biológico generado por bacterias anaeróbicas (no necesitan oxígeno).

#### - Aeróbico (Lodos Activos)<sup>3</sup>

“En el proceso de tratamiento aeróbico de aguas residuales los microorganismos emplean la materia orgánica presente, junto al oxígeno disuelto, para producir el crecimiento de células, CO<sub>2</sub> y agua como productos finales”. Este tratamiento a partir del sistema de lodos activos consiste en introducir el residuo orgánico en un reactor en donde se mantiene un cultivo bacteriano en suspensión, generando un ambiente aeróbico a través del uso de difusores o aireadores mecánicos para facilitar el mezclado.

---

<sup>1</sup> ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS. Año Internacional del Agua. [En línea]; [22 de Agosto de 2013], Disponible en: <http://www.un.org/spanish/events/water/Devidaomuerte.htm>

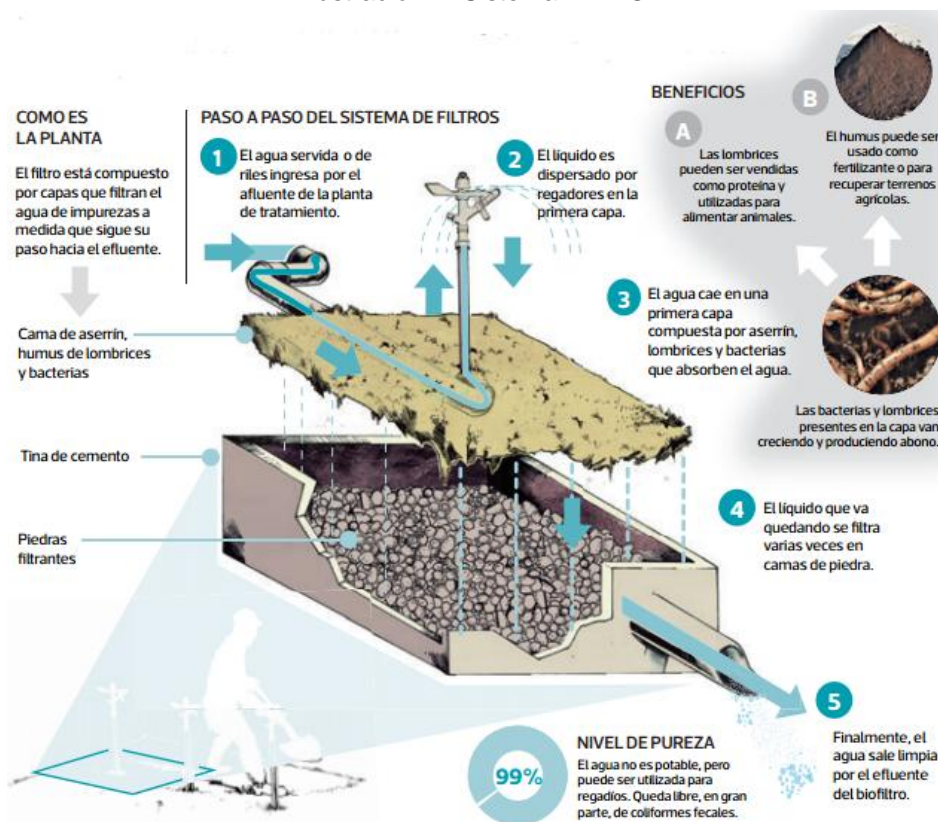
<sup>2</sup> ETERNIT®. Sistema de Tratamiento Anaeróbico de Aguas Residuales Domésticas. [En línea]; [22 de Agosto de 2013], Disponible en: [http://www.artex-us.com/Descargas/Otros\\_Productos/Sistemas%20Aguas%20Residuales.pdf](http://www.artex-us.com/Descargas/Otros_Productos/Sistemas%20Aguas%20Residuales.pdf)

<sup>3</sup> BUREAU VERITAS FORMACIÓN. Manual para la Formación en Medio Ambiente. Primera Edición, Noviembre de 2008. Editorial Lex Nova S.A. Pág. 229

- Sistema BIDA®<sup>4</sup>

Este sistema consiste en la construcción de tanques con material filtrante (lombrices y microorganismos que conviven con ellas, junto con aserrín y material filtrante), en donde se vierten aguas servidas. Esta capa filtrante procesa el material orgánico, el cual es el principal contaminante del agua, convirtiéndolo en humus (material utilizado como abono o para recuperar suelo agrícola). El líquido restante, es filtrado por una capa de piedras hasta que queda limpio y de esta manera se puede devolver el agua a su cauce original o reutilizarla para riego en plantaciones agrícolas sin causar contaminación en personas o alimentos. Este sistema utiliza un 80% menos de energía que los métodos convencionales y no genera residuos contaminantes. A continuación, en la ilustración 1, se puede observar el proceso llevado a cabo por el Sistema BIDA®.

Ilustración 1. Sistema BIDA®



Fuente: Biofiltro – Innovación Medioambiental – [www.biofiltro.cl](http://www.biofiltro.cl)

El sistema BIDA® fue creado por Alex Villagra, Ingeniero Civil de Chile y junto a Matías Sjörgen y Rafael Concha, también Ingenieros Civiles de Chile, formaron la Empresa

<sup>4</sup> EL MERCURIO. Los Emprendedores Chilenos que Revolucionaron el Tratamiento de las Aguas Servidas...con Lombrices. [En línea]; [22 de Agosto de 2013], Disponible en: [http://biofiltro.cl/PDF/NEGOCIOS\\_MERCURIO.pdf?PaginaId=20&bodyid=0&dt=2010-nov-19](http://biofiltro.cl/PDF/NEGOCIOS_MERCURIO.pdf?PaginaId=20&bodyid=0&dt=2010-nov-19)

Biofiltro Ltda., con el objetivo de dar una solución sustentable al problema de escasez de agua en el mundo.<sup>5</sup>

#### LA EMPRESA: ACUACARE S.A.S.<sup>6</sup>

“AcuaCare S.A.S. es una empresa que une la experiencia de la arquitectura, ingeniería e innovación ambiental para el desarrollo de proyectos sustentables”. El valor de la Empresa puede identificarse en los siguientes ámbitos.

- Experiencia. AcuaCare S.A.S. es una empresa con un año de trayectoria en el mercado, por lo tanto crea alianzas estratégicas con empresas como Constructora BenHabitat (constructora campestre) y Biofiltro (innovación ambiental en el tratamiento de residuos líquidos), las cuales cuentan con 34 y 17 años de experiencia, respectivamente.
- Innovación. Instalación de plantas de tratamiento de aguas teniendo en cuenta el sentido estético de la ingeniería, es decir, busca integrar sus proyectos de ingeniería con el paisaje.
- Cuidado Ambiental. Los productos ofrecidos por la Empresa permiten la reutilización de aguas contaminadas y producción de abonos orgánicos a partir de procesos que no utilizan químicos. Además, el consumo de energía eléctrica es mínimo.
- Calidad Humana. AcuaCare S.A.S. es una empresa orientada al cliente la cual cuida el presupuesto de los mismos.

#### MISIÓN<sup>7</sup>

“Construir y operar sistemas innovadores que generen sustentabilidad e impacto positivo a nivel económico, ambiental y social”.

#### VISIÓN<sup>8</sup>

“Para el 2020 ser una de las empresas líderes en sistemas de tratamiento de aguas portátiles. Haber construido como mínimo 30 plantas de tratamiento y tener la operación de al menos 50% de los sistemas vendidos”.

#### ORGANIGRAMA

Actualmente, la Empresa AcuaCare S.A.S., no cuenta con un organigrama estructurado, es por esto que el autor del presente proyecto recomienda la estructura organizacional presentada en la página a continuación en la ilustración 2, diseñada a partir de información entregada por la Empresa.

---

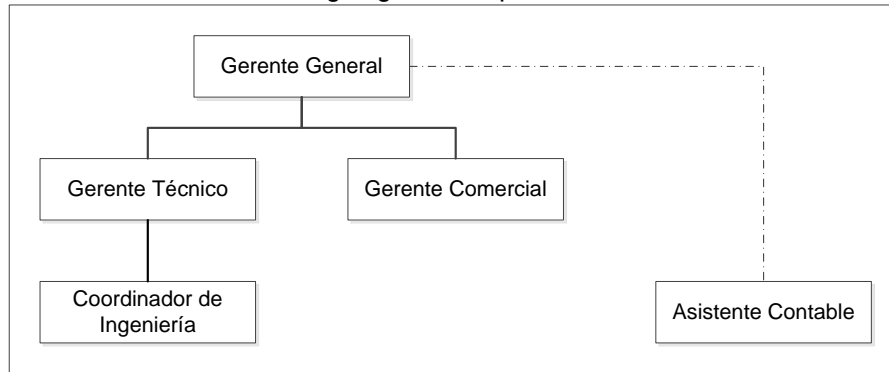
<sup>5</sup> BIOFILTRO – INNOVACIÓN MEDIOAMBIENTAL. Historia. [En línea]; [22 de Agosto de 2013], Disponible en: <http://biofiltro.cl/historia.html>

<sup>6</sup> ACUACARE S.A.S. Empresa. [En línea]; [15 de Agosto de 2013], Disponible en: <http://www.acuacare.com/acuacare/empresa.html>

<sup>7</sup> JUAN CARLOS GUÁQUETA. CEO AcuaCare S.A.S. 2013

<sup>8</sup> Ibíd. 2013

Ilustración 2. Organigrama Empresa AcuaCare S.A.S.



Fuente: Autor

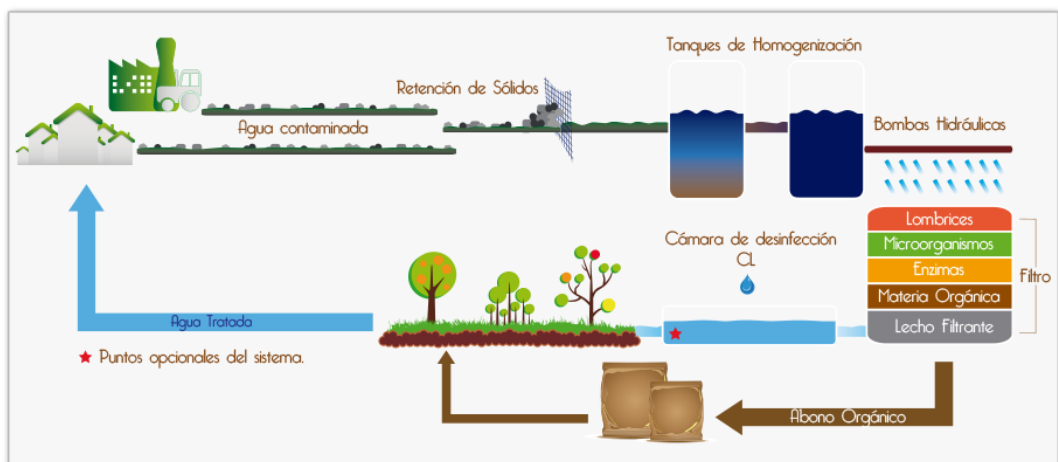
## PORTAFOLIO DE PRODUCTOS

AcuaCare S.A.S., cuenta con una licencia de exclusividad (Anexo A) para la implementación del Sistema BIDA® en su portafolio de productos, la cual consiste en el uso de la propiedad intelectual y el permiso para fabricación, instalación y puesta en marcha de plantas de tratamiento de aguas servidas o residuos líquidos industriales incorporando dicha tecnología en el territorio colombiano.<sup>9</sup> A continuación, se mencionan y explican los productos ofrecidos por la Empresa.

### - Biofiltro<sup>10</sup>

Planta fija para tratamiento de residuos industriales líquidos y aguas servidas con contaminantes de origen orgánico, para caudales mayores a 900 litros/día. A continuación en la ilustración 3, se puede observar el sistema empleado por este tipo de plantas.

Ilustración 3. Biofiltro



Fuente: AcuaCare S.A.S. – [www.acuacare.com](http://www.acuacare.com)

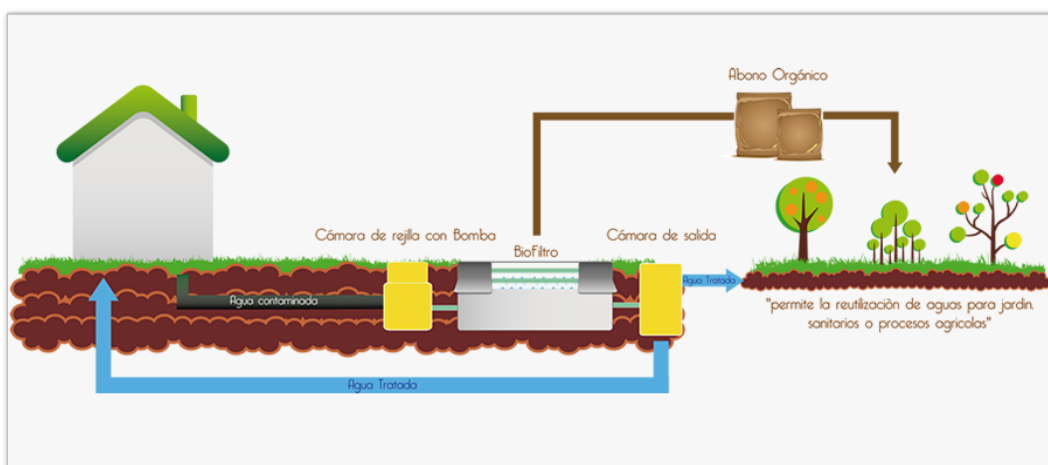
<sup>9</sup> ACUERDO DE LICENCIA. Entre Ingeniería y Construcción Biofiltro Ltda. y Juan Carlos Guáqueta. 26 de Julio de 2012

<sup>10</sup> ACUACARE S.A.S. Biofiltro. [En línea]; [22 de Agosto de 2013], Disponible en: <http://www.acuacare.com/acuacare/productos/113-biofiltro.html>

El proceso inicia con la retención de sólidos suspendidos en el agua (si se requiere la retención de sólidos del tamaño de Micras, se agregan filtros para cumplir con dicho requerimiento). A continuación, se homogenizan los caudales de entrada con el objetivo de que el tratamiento de los contaminantes sea constante y parejo (tanques de homogenización). Finalmente, dichos caudales son bombeados al filtro (Sistema BIDA®) de descontaminación, a partir del cual se obtiene agua descontaminada y abono. Si se quiere cumplir con normas ambientales de las más altas exigencias se instala una cámara de desinfección la cual permite obtener un efluente de agua más puro y útil para procesos industriales (opcional).

- Filtro Personal<sup>11</sup>  
Planta fija para viviendas de 4 a 6 personas y construcciones ambientalmente amigables, con caudales de 900 litros/día o menores.

Ilustración 4. Filtro Personal







Fuente: AcuaCare S.A.S. – [www.acuacare.com](http://www.acuacare.com))

En la ilustración 4, es posible observar el funcionamiento de este tipo de plantas, el cual inicia con la retención de sólidos suspendidos en el agua (si se requiere la retención de sólidos del tamaño de Micras, se agregan filtros para cumplir con dicho requerimiento). A continuación, el agua servida pasa al Biofiltro (Sistema BIDA®), el cual permite tratar dichas aguas y reemplaza los posos sépticos. Finalmente, la cámara de salida actúa como receptora del agua tratada con el objetivo de habilitarla para riego y cuidado de los jardines del hogar.

El portafolio de productos de la Empresa AcuaCare S.A.S., está encaminado a satisfacer las necesidades y requerimientos ambientales de los mercados consignados en la tabla 1, presentada en la página a continuación.

<sup>11</sup> ACUACARE S.A.S. Filtro Personal. [En línea]; [22 de Agosto de 2013], Disponible en: <http://www.acuacare.com/acuacare/productos/114-filtro-personal.html>

Tabla 1. Mercados Atendidos por la Empresa AcuaCare S.A.S.

A QUIÉN LE SIRVE		JUSTIFICACIÓN
CONDOMINIOS		El sistema se adapta a las aguas servidas provenientes de viviendas, zonas sociales, clubes y aguas lluvia para su utilización en jardinería, sanitarios o lagunas artificiales.
INDUSTRIAS		El Biofiltro permite hacerle tratamiento a las aguas provenientes de industrias con contaminantes de origen orgánico, cumpliendo la norma medioambiental y facilitando la reutilización de las aguas en procesos que no requieren que el agua sea potable.
INSTITUCIONES		Los hoteles, instituciones académicas, clubes campestres, oficinas y hospitales que requieran tener procesos ambientalmente amigables, requieran la reutilización de las aguas que contaminan y necesiten cumplir con la norma medioambiental de vertimientos.
COMUNIDADES		Ideal para pueblos o comunidades que requieran cumplir con el plan de vertimientos líquidos. El Biofiltro hace el tratamiento de las aguas servidas y permite la creación de jardines en su entorno inmediato para el beneficio de las personas involucradas.

Fuente: Adaptado por el Autor de AcuaCare S.A.S, – [www.acuacare.com](http://www.acuacare.com)

## CLIENTES

A continuación, se muestra la tabla 2, la cual contiene información sobre los proyectos desarrollados y proyectos a realizar por la Empresa AcuaCare S.A.S.

Tabla 2. Clientes de la Empresa AcuaCare S.A.S.

CLIENTES	PROYECTOS
CONSTRUCTORA BENHABITAT	Instalación de un módulo familiar. Actualmente, tiene contrato para hacer una planta de tratamiento de aguas servidas para un condominio de 15 casa.
PARRA NIETO ABOGADOS (Casa Campestre en Subachoque)	Adecuación del sistema de suministro de agua potable, junto con una planta de tratamiento de sistema familiar. Actualmente, se encuentra en proceso la instalación de un sistema de recolección de aguas lluvia.

CLIENTES	PROYECTOS
CARLOS GUERRERO (PERSONA NATURAL)	Instalación de una planta de tratamiento de sistema familiar junto a un sistema de recolección y aprovechamiento de aguas lluvia. Este proyecto se encuentra en proceso actualmente.
INTEGRAL DE SERVICIOS TÉCNICOS	Diseño de un prototipo de sistema personal en Siberia, el cual será sometido a pruebas para determinar la viabilidad del proyecto.
ACUEDUCTO BOGOTÁ	El proyecto se encuentra en etapa de negociación, éste incluye la instalación de sistemas familiares para guardabosques en parques naturales.

Fuente: Adaptado por el Autor de Juan Carlos Guáqueta – CEO AcuaCare S.A.S.

### COMPETENCIA

En Colombia existen diferentes organizaciones que incluyen en su portafolio de productos el diseño, fabricación e instalación de plantas que permiten el tratamiento de aguas servidas o de residuos líquidos industriales. A continuación se muestra la tabla 3, la cual indica las empresas identificadas como competencia por AcuaCare S.A.S., es importante mencionar que los métodos utilizados por estas empresas para el tratamiento de aguas son los convencionales (Anaeróbico y Aeróbico).

Tabla 3. Competencia de la Empresa AcuaCare S.A.S.

EMPRESA	PÁGINA WEB
Tratamientos Químicos Industriales – TQI	tratamientosquimicosindustriales.com
Depurar – Ingeniería en Tratamiento de Aguas	depurara.com.co
INGETECOSA – Ingeniería Técnica en Saneamiento Ambiental	ingetecsacol.com
Industrias Protón Limitada	proton-colombia.com
Filtración Industrial y Tratamiento de Aguas – Filtra H <sub>2</sub> O Ltda.	filtrah2oltda.com
Ingeniería Sanitaria y Ambiental – SERINGESA S.A.S.	seringesa.com
BIOTAR LTDA. – Plantas de Tratamiento de Aguas	biotarsk.com
Quimerk Ltda. – Ingeniería y Diseño al Servicio del Ambiente	quimerk.com
Biolodos	biolodos.com

Fuente: Adaptado por el Autor de Juan Carlos Guáqueta – CEO AcuaCare S.A.S.

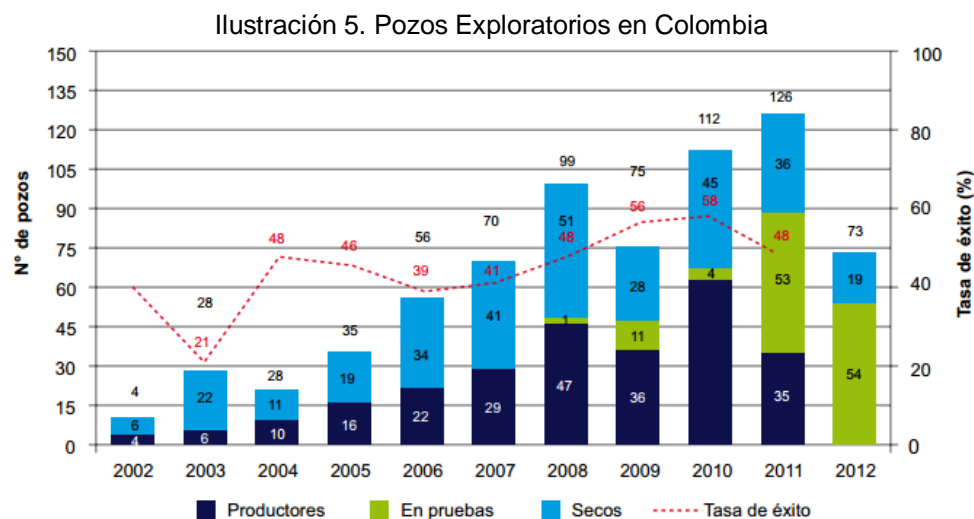
En la página a continuación, se muestra información sobre el sector petrolero el cual fue identificado como un nicho de mercado potencial para la Empresa AcuaCare S.A.S., debido a que las empresas pertenecientes a este sector, más específicamente los campamentos petroleros, deben cumplir con el Decreto Número 3930 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo

Territorial. El Artículo 31 de este decreto (Soluciones Individuales de Saneamiento) el cual indica que “toda edificación, concentración de edificaciones o desarrollo urbanístico, turístico o industrial, localizado fuera del área de cobertura del sistema de alcantarillado público, deberá dotarse de sistemas de recolección y tratamiento de residuos líquidos y deberá contar con el respectivo permiso de vertimiento”<sup>12</sup>, presenta una oportunidad para el desarrollo del producto objeto del presente trabajo.

## SECTOR PETROLERO

En el 2012 la producción diaria de crudo aumentó un 3% en comparación al 2011, siendo los Llanos la principal región productora de petróleo (Meta 49% – Casanare 18% – Arauca 7%). Según la Asociación Colombiana de Petróleo, el sector hidrocarburos (petróleo y gas) representa el 37% de la inversión extranjera, pues en septiembre de 2012 alcanzó la cifra de 4.356 millones de dólares. Además, la Asociación señaló que el 24% de los ingresos corrientes generados por este sector están dirigidos a la nación.<sup>13</sup>

En términos de pozos exploratorios perforados, en 2011 se hicieron 126 perforaciones con una tasa de éxito del 48%, lo que quiere decir que de 126 solo 35 pozos fueron productores de crudo, mientras que 53 de ellos quedaron en pruebas y 36 estaban secos. Para el inicio del segundo semestre de 2012, se habían hecho 73 perforaciones de las cuales resultaron 19 pozos secos y el resto quedaron en pruebas, esta información se encuentra representada en la ilustración 5 mostrada a continuación.



Fuente: Ministerio de Minas y Energía – [www.minminas.gov.co](http://www.minminas.gov.co)

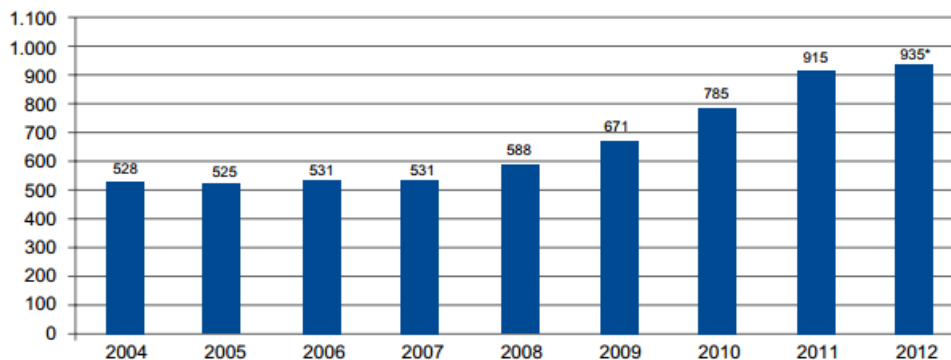
<sup>12</sup> MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Decreto Número 3930 del 25 de Octubre de 2010. [En línea]; [05 de Septiembre de 2013], Disponible en: [http://www.minambiente.gov.co/documentos/normativa/decreto/dec\\_3930\\_251010.pdf](http://www.minambiente.gov.co/documentos/normativa/decreto/dec_3930_251010.pdf)

<sup>13</sup> EL PAÍS. Sector Petrolero le Apuesta a un Crecimiento de entre el 9 y el 12%. [En línea]; [25 de Agosto de 2013], Disponible en: <http://www.elpais.com.co/elpais/colombia/noticias/preve-aumento-hasta-30-produccion-petrolera>



Finalmente, se puede afirmar que la producción de petróleo en Colombia ha tenido un crecimiento constante desde el 2007, es decir, por quinto año consecutivo se logra un incremento en la producción de éste. En el 2010 la producción de crudo alcanzó un promedio anual de 785 mil barriles por día, cifra que aumento en el 2011 en 130 mil barriles de petróleo por día y a comienzos del segundo semestre de 2012 la producción diaria de petróleo ya había superado la cifra alcanzada el año anterior. A continuación, en la ilustración 6 se puede observar el incremento en la producción de petróleo en Colombia durante los últimos nueve años.

Ilustración 6. Producción de Petróleo en Colombia

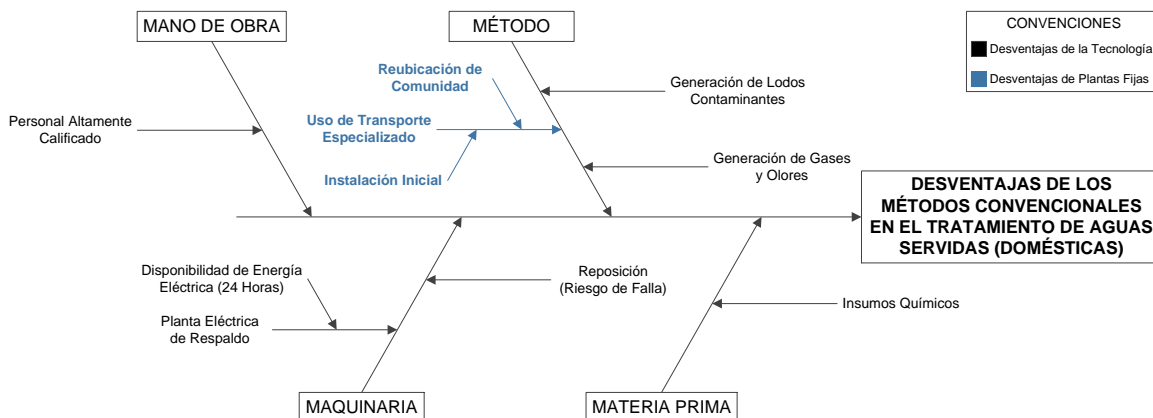


Fuente: Ministerio de Minas y Energía – [www.minminas.gov.co](http://www.minminas.gov.co)

## 1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Teniendo en cuenta la información presentada en la sección de antecedentes del capítulo uno, se observa la oportunidad para la Empresa AcuaCare S.A.S., de desarrollar un producto el cual le permita aprovechar la fortaleza con la cual cuenta (licencia de exclusividad para el uso del Sistema BIDA® en Colombia), además mitigar y contrarrestar las desventajas de los métodos convencionales en el tratamiento de aguas servidas en campamentos petroleros. A continuación, en la ilustración 7, se identifican dichas desventajas representadas en un diagrama causa – efecto, diseñado por el autor del proyecto.

Ilustración 7. Diagrama Causa – Efecto. Desventajas de los Métodos Convencionales en el Tratamiento de Aguas Servidas (Domésticas) en Campamentos Petroleros



Fuente: Autor

Las desventajas identificadas de los métodos convencionales en el tratamiento de aguas servidas en campamentos petroleros (representadas en la ilustración 7, en azul aquellas que hacen referencia a las plantas fijas y en negro aquellas referentes a la tecnología o sistema utilizado) fueron clasificadas en cuatro categorías.

- Método. Indica las desventajas relacionadas con los procedimientos llevados a cabo para la instalación y tecnologías utilizadas por las plantas en el tratamiento de aguas servidas. Como principal desventaja se encuentra la necesidad de utilizar transporte especializado para la distribución de materiales para la instalación de plantas fijas. Además, si la comunidad para la cual va ser instalada la planta, necesita trasladarse geográficamente (como es el caso de los campamentos petroleros), debe ser instalada una nueva planta de tratamiento de aguas servidas en la nueva ubicación de la comunidad. Por otra parte, los sistemas convencionales de tratamiento de aguas servidas generar lodos contaminantes, gases y olores (como es explicado en la sección de antecedentes del capítulo uno).
- Mano de Obra. La desventaja identificada en esta categoría es el requerimiento de mano de obra altamente especializada para el manejo de plantas de tratamiento de aguas servidas que hacen uso de tecnologías convencionales, pues se debe contar con el personal necesario para la operación de la planta y el manejo de los residuos (lodos – gases) generados por la misma.
- Maquinaria. Para el correcto funcionamiento de las plantas de tratamiento de aguas servidas que hacen uso de las tecnologías convencionales, se requiere el suministro constante de energía, es decir, hacen uso de energía eléctrica durante las 24 horas del día, por lo tanto se necesita un sistema de alimentación eléctrica principal y uno secundario para suplir las fallas del primero. Por otra parte, se debe tener en cuenta el riesgo de falla, el cual consiste en considerar todo tipo de riesgo generado por la falla de equipos o dispositivos del sistema de la planta.
- Materia Prima. La desventaja encontrada en esta categoría es la utilización de insumos químicos por parte de las plantas de tratamiento de aguas servidas con tecnologías convencionales, pues éstos pueden ser contaminantes y representan un riesgo, tanto para los operadores de la planta, como para la comunidad que la rodea.

Por lo tanto, el presente proyecto se centra en la caracterización de la cadena de suministros de una planta móvil de tratamiento de aguas servidas, con el objetivo de alinear la propuesta con la estrategia de la Empresa e identificar la generación de valor de la misma frente a los métodos de tratamiento de aguas servidas utilizados actualmente en campamentos petroleros en Colombia. Además, involucra el diseño de la estructura móvil de la planta, la cual hace uso del Sistema BIDA® para aminorar las desventajas encontradas para campamentos petroleros, en cuanto a la tecnología o método utilizado y al hecho de tener una posición geográfica fija. Es importante mencionar que la información presentada puede ser complementada con el Anexo B, el cual muestra una comparación entre las tecnologías o sistemas tradicionales con la tecnología Biofiltro (Sistema BIDA®) de AcuaCare S.A.S.

### 1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

*¿Cuál debe ser la cadena de suministros y el diseño de la estructura móvil de una planta de tratamiento de aguas servidas que haga uso del Sistema BIDA®, ofrecida por la Empresa AcuaCare S.A.S. y orientada a campamentos petroleros en Colombia?*

### 1.4. OBJETIVOS

#### 1.4.1. Objetivo General

Realizar una propuesta de caracterización de la cadena de suministros y diseño de la estructura móvil de una planta de tratamiento de aguas servidas que haga uso del Sistema BIDA®, para la Empresa AcuaCare S.A.S., orientada a campamentos petroleros en Colombia.

#### 1.4.2. Objetivos Específicos

- Caracterizar y analizar la cadena de suministros de los productos ofrecidos por la Empresa AcuaCare S.A.S. actualmente, para identificar fortalezas del desempeño de ésta y utilizarlas en la propuesta.
- Identificar y analizar las características del método propuesto y de los métodos convencionales (plantas fijas – sistema anaeróbico o aeróbico) utilizados para el tratamiento de aguas servidas en campamentos petroleros en Colombia, con el propósito de identificar lo que se hace actualmente y establecer puntos de mejora.
- Caracterizar la cadena de suministros y diseñar la estructura móvil de una planta de tratamiento de aguas servidas que haga uso del Sistema BIDA®, de tal forma que ésta responda a las necesidades del cliente.
- Evaluar la viabilidad financiera de la propuesta, a partir de un análisis costo beneficio, con el fin de determinar el impacto financiero de implementación de ésta para la Empresa.

### 1.5. ALCANCE

Con la elaboración de este trabajo se busca presentar a la Empresa AcuaCare S.A.S., una propuesta de caracterización de la cadena de suministros y diseño de la estructura móvil de una planta de tratamiento de aguas servidas que haga uso del Sistema BIDA® y este orientada a campamentos petroleros en Colombia, a partir de la utilización de diferentes herramientas propias de la Ingeniería Industrial, el cual permitirá a la Empresa hacer uso de la fortaleza con la cual cuenta (licencia de exclusividad para el uso del Sistema BIDA® en Colombia) y participar en nichos de mercados en los cuales actualmente no participa.

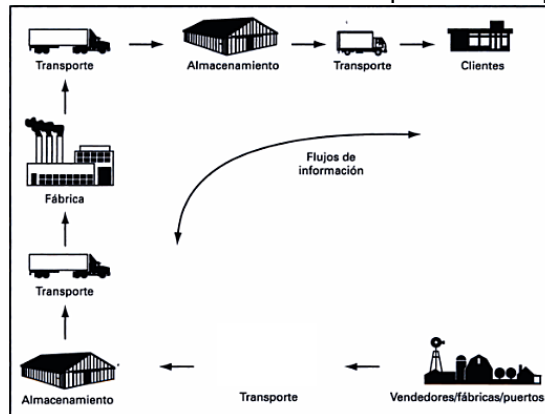
## 2. MARCO CONCEPTUAL

Este proyecto se basa en la caracterización de la cadena de suministros y diseño de la estructura móvil de una planta de tratamiento de aguas servidas para la Empresa AcuaCare S.A.S. Por lo tanto, en esta sección, se explican diferentes conceptos relevantes para la investigación.

### 2.1. CADENA DE SUMINISTROS<sup>14</sup>

“La cadena de suministros es el conjunto de actividades funcionales (transporte, control de inventarios, etc.) que se repiten muchas veces a lo largo del canal de flujo, mediante las cuales la materia prima se convierte en producto terminado y se añade valor para el consumidor”. A continuación en la ilustración 8, se puede observar cada uno de los eslabones de la cadena de suministros, la cual inicia en proveedores (vendedores – fábricas – puertos), seguido por almacenamiento de materias primas, transformación de materias primas (fábrica), almacenamiento de producto terminado y clientes, indicando cada uno de los respectivos transportes necesarios para hacer llegar el producto o materia prima al siguiente eslabón de la cadena y el flujo de información en la misma. Cabe mencionar que el modelo presentado no es universal y el flujo del producto puede darse en sentido inverso, esto sucede cuando los productos usados son reutilizados por algún eslabón de la cadena o cuando algún producto defectuoso o en mal estado es devuelto por el cliente.

Ilustración 8. Cadena de Suministros Inmediata para una Empresa Individual.



Fuente: Ronald H. Ballou – Logística. Administración de la Cadena de Suministro

En cada eslabón de la cadena de suministros se llevan a cabo diferentes actividades, que varían de una empresa a otra conforme a la estructura organizacional de cada una, dentro de las cuales se pueden incluir servicio al cliente, transporte de materiales, control de inventarios, procesamiento de pedidos, almacenamiento de mercancías, manejo de materiales, compras, embalaje, mantenimiento de información, entre otras. Estas actividades se pueden agrupar en actividades clave y actividades de apoyo a partir de las cuales se toman diferentes decisiones, a continuación se enumeran dichas actividades.

<sup>14</sup> BALLOU, Ronald H. Logística: Administración de la Cadena de Suministro. Quinta Edición. Editorial Pearson Prentice Hall. Págs. 7 – 13.

### Actividades Clave

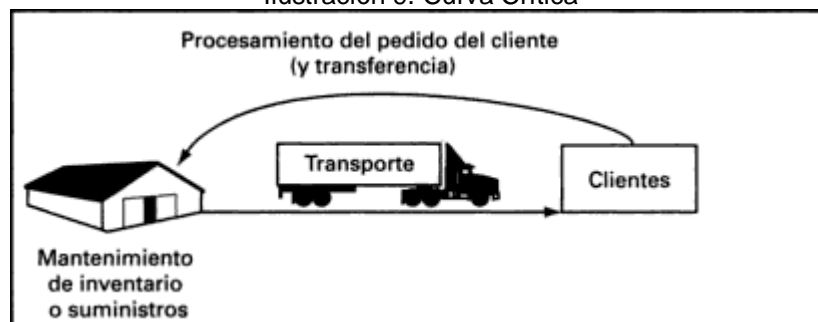
- Servicio al Cliente. Permite determinar las necesidades y requerimientos del cliente para dar respuesta a estas y establecer niveles de servicio.
- Transporte. Establece el tipo y modo de transporte (terrestre – aéreo – marítimo - multimodal), teniendo en cuenta fletes, rutas, programación y selección de vehículos, entre otras.
- Manejo de Inventarios. Definición de políticas y estrategias de almacenamiento de materias primas y productos (en proceso – terminados), considerando las necesidades del mercado y sus fluctuaciones (pronósticos), así como la disponibilidad de espacios adecuados para almacenamiento.
- Flujo de Información. Busca coordinar y sincronizar cada una de las actividades de la cadena de suministros con el objetivo de dar cumplimiento a cada uno de los procedimientos establecidos.

### Actividades de Apoyo

- Almacenamiento. Establece la configuración y diseño del almacén para contribuir con el desarrollo del manejo de inventarios.
- Manejo de Materiales. Tiene en cuenta la selección de equipos, además establece políticas para el reemplazo de los mismos.
- Compras. Lleva a cabo la selección de proveedores, así como las cantidades y momento de compra adecuado, para cumplir con los requerimientos de producción.
- Embalaje. Esta actividad se hace con el objetivo de facilitar la manipulación y proteger los productos elaborados por la empresa para ser entregados a sus clientes.
- Mantenimiento de Información. Gestión de la información con el objetivo de que esté disponible a la hora y lugar en que se necesita.

Estas actividades se encuentran separadas debido a que algunas se pueden llevar a cabo en cada uno de los eslabones de la cadena y otras tendrán lugar, únicamente, en un eslabón o empresa en particular, dependiendo de la planeación previamente establecida. “Las actividades clave están en la curva crítica dentro del canal de distribución física inmediato de una empresa”. A continuación, se muestra la ilustración 9, la cual indica la curva crítica que contiene las actividades clave de la cadena de suministros, necesarias para cumplir con la función principal de la logística.

Ilustración 9. Curva Crítica



Fuente: Ronald H. Ballou – Logística. Administración de la Cadena de Suministro

La logística en conjunto con la administración de la cadena de suministros busca crear valor para los stakeholders o partes involucradas en la empresa como proveedores, clientes y accionistas. El valor es expresado en términos de tiempo y lugar pues los productos y servicios crean valor en la medida en que se encuentran disponibles para el cliente, es decir, cuando (tiempo) y en donde (lugar) ellos quieran consumirlos. Además, una buena administración de la cadena de suministros permite no sólo la reducción de costos, sino también incrementar las ventas.

En el marco de creación de valor, la cadena de suministros permite identificar las actividades de la empresa, lo que facilita el estudio de costos implicados y la contribución de éstas al valor total del negocio.<sup>15</sup>

## 2.2. PLANEACIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTROS<sup>16</sup>

La planeación de la cadena de suministros busca responder las preguntas qué, cuándo y cómo. Dicha planeación se lleva a cabo en tres niveles: estratégica, táctica y operativa, los cuales se diferencian debido al horizonte de tiempo que manejan, pues se desarrollan a largo, mediano y corto plazo, respectivamente. A continuación, en la ilustración 10, se muestran diferentes actividades de la cadena de suministros ubicadas en el nivel de planeación correspondiente, esto con el fin de identificar, aclarar y relacionar algunas actividades importantes llevadas a cabo en la empresa.

Ilustración 10. Decisiones en la Cadena de Suministros según el Nivel de Planeación

ÁREA DE DECISIÓN	NIVEL DE DECISIÓN		
	ESTRATÉGICA	TÁCTICA	OPERATIVA
Ubicación de instalaciones	Número, tamaño y ubicación de almacenes, plantas y terminales		
Inventarios	Ubicación de inventarios y políticas de control	Niveles de inventario de seguridad	Cantidades y tiempos de reabastecimiento
Transportación	Selección del modo	Arrendamiento estacional de equipo	Asignación de ruta, despacho
Procesamiento de pedidos	Ingreso de pedidos, transmisión y diseño del sistema de procesamiento		Procesamiento de pedidos, cumplimiento de pedidos atrasados
Servicio al cliente	Establecimiento de estándares	Reglas de prioridad para pedidos de clientes	Aceleración de entregas
Almacenamiento	Manejo de la selección de equipo, diseño de la distribución	Opciones de espacio estacional y utilización de espacio privado	Selección de pedidos y reaprovisionamiento
Compras	Desarrollo de relaciones proveedor-comprador	Contratación, selección de vendedor, compras adelantadas	Liberación de pedidos y aceleración de suministros

Fuente: Ronald H. Ballou – Logística. Administración de la Cadena de Suministro

Como se observa en la ilustración una actividad de un nivel de planeación puede conllevar al desarrollo de otra actividad en otro nivel de planeación, pues esta es una de las principales

<sup>15</sup> SÁNCHEZ GÓMEZ, María Gema. Cuantificación de Valor en la Cadena de Suministro Extendida. Editorial Del Blanco Editores. Pág. 34

<sup>16</sup> BALLOU, Ronald H. Logística: Administración de la Cadena de Suministro. Quinta Edición. Editorial Pearson Prentice Hall. Págs. 38 – 39.

características de la planeación de la cadena de suministros, la integración de actividades en el corto, mediano y largo plazo, para la consecución de los objetivos de la empresa.

### 2.3. MODELO SCOR<sup>17</sup>

El Modelo SCOR (Supply Chain Operations Reference), busca estandarizar las actividades y procesos involucrados en la cadena de suministros, que apuntan a satisfacer las necesidades y requerimientos de los clientes a partir del desarrollo de productos y/o servicios. Además permite mejorar la comunicación entre los responsables de dichas actividades y procesos al establecer el alcance de cada una de ellas. Este modelo permite caracterizar la cadena de suministros de la empresa en cuatro niveles con un nivel de detalle diferente, es decir, permite ir de lo general a lo específico. El nivel 1, Nivel Superior, establece el alcance de la cadena de suministros a partir de la definición de procesos de referencia (Planeación – Aprovisionamiento – Manufactura – Distribución – Devolución). En el nivel 2, Nivel de Configuración, se detallan los procesos de referencia del nivel 1 y se identifica el tipo de manufactura manejado por la empresa. El nivel 3, Elementos de Proceso, define las actividades llevadas a cabo en cada uno de los procesos detallados en los niveles anteriores, teniendo en cuenta la entrada y salida de información, servicios y productos. Finalmente, en el nivel 4, Nivel de Implementación, las empresas implementan estrategias diferenciadoras que le permitan competir y adaptarse a las condiciones cambiantes del mercado.

Los procesos de referencia permiten estandarizar y agrupar aquellas actividades de la cadena de suministros que están directamente relacionadas con la satisfacción de las necesidades del cliente. La primera de ellas es la planeación, la cual tiene como objetivo principal balancear los requerimientos del cliente con los recursos de la empresa. La planeación es muy importante debido a que esta determina la forma en que la empresa responde a las fluctuaciones en el mercado, por tal motivo es aquí en donde se desarrollan estrategias de aprovisionamiento, manufactura, distribución y devolución. El aprovisionamiento, aborda todas las actividades que permiten a la empresa obtener los recursos necesarios para el desarrollo del producto o servicio, tales como materias primas, maquinaria, herramientas, entre otros. Por otra parte, el sistema de manufactura de la empresa (fabricación bajo pedido, fabricación para almacenamiento o ingeniería bajo pedido) determina las actividades a desarrollar y la secuencia para poder transformar las materias primas adquiridas por la empresa y entregar a los clientes productos terminados. El proceso de distribución, involucra las actividades necesarias para poner el producto o servicio a disposición del cliente. Finalmente, la devolución especifica las actividades a ejecutar según la naturaleza de ésta, ya sea que ocurra por mantenimiento, reparación, excesos o defectos del producto.

### 2.4. DIAGNÓSTICO ESTRATÉGICO<sup>18</sup>

El diagnóstico estratégico permite analizar la situación actual de la empresa, teniendo en cuenta el contexto en el que se desenvuelve, tanto interno como externo, “con el fin de identificar allí oportunidades y amenazas, así como sobre las condiciones, fortalezas y debilidades de la organización”. Este análisis permite responder a la pregunta ¿en dónde estamos hoy?, con el

---

<sup>17</sup> SUPPLY CHAIN COUNCIL. Supply Chain Operations Reference Model. [En línea]; [03 de Marzo de 2013], Disponible en: <https://supply-chain.org/f/SCOR%2090%20Overview%20Booklet.pdf>

<sup>18</sup> AMAYA, Jairo. Gerencia, Planeación & Estrategia: Fundamentos, Modelo y Software de Planeación. Editorial Prospectiva. Págs. 16 – 45

objetivo de establecer estrategias que permitan a la empresa “aprovechar sus fortalezas, revisar y prevenir el efecto de sus debilidades, anticiparse y prepararse para aprovechar las oportunidades y prevenir el efecto de las amenazas”. El diagnóstico estratégico involucra el desarrollo del Perfil de Capacidad Interna y del Perfil de Oportunidades y Amenazas del Medio para estructurar la Matriz DOFA. A continuación, se explican cada uno de ellos.

- Perfil de Capacidad Interna

A partir de la elaboración del PCI se busca identificar las fortalezas y debilidades de la empresa para evaluar su impacto. Estas se agrupan en cinco capacidades diferentes, tales como capacidad directiva, competitiva, financiera, tecnológica y del talento humano. En el desarrollo del PCI las debilidades y fortalezas se califican en alta (3), media (2) y baja (1), con el fin de determinar su impacto teniendo en cuenta la misma escala.

- Perfil de Oportunidades y Amenazas del Medio

El POAM define las oportunidades y amenazas de la empresa (contexto externo). Estas se clasifican en los factores siguientes:

1. Factores Económicos. “Relacionados con el comportamiento de la economía, el flujo de dinero, de bienes y servicios, tanto a nivel nacional como internacional”.
2. Factores Políticos. “Los que se refieren al uso o asignación del poder, en relación con los gobiernos nacionales, departamentales, locales; los órganos de representación y decisión política, sistemas de gobierno y otros”.
3. Factores Sociales. “Los que afectan el modo de vivir de la gente, incluso sus valores”.
4. Factores Tecnológicos. “Los relacionados con el desarrollo de las máquinas, las herramientas, los procesos, los materiales y demás”.
5. Factores Competitivos. “Los determinados por los productos, el mercado, la competencia, la calidad y el servicio”.
6. Factores Geográficos. “Los relativos a la ubicación, espacio, topografía, clima, plantas, animales y recursos naturales”.

Es importante aclarar que los dichos factores son externos a la empresa y esta no puede controlarlos, pero puede desarrollar estrategias que permitan aprovechar al máximo las oportunidades y mitigar el efecto de las amenazas. En el desarrollo del POAM se tiene en cuenta la misma escala utilizada en el PCI para evaluar las oportunidades y amenazas.

- Matriz DOFA

La Matriz DOFA se elabora a partir de la selección de los factores clave de éxito, es decir, aquellos factores y capacidades con impacto alto sobre la empresa, identificados en el PCI y en el POAM. Esta matriz busca informar a la empresa sobre sus debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas, para establecer estrategias que maximicen los efectos positivos y minimicen los efectos negativos.



## 2.5. DISEÑO DE PRODUCTO<sup>19</sup>

El diseño de producto inicia con el análisis de las necesidades y requerimientos del cliente, el cual permite llevar a cabo la planeación de la cadena de suministros orientando sus actividades al cliente y así generar valor, tanto para el cliente, como para la empresa. “Una vez que la ingeniería de diseño completa el diseño del producto, por lo menos el ochenta por ciento de la calidad y de los costos de éste ya están establecidos, los proveedores y la fabricación del producto solo influyen, a lo sumo, en el restante veinte por ciento del costo”. Por lo tanto el diseño del producto junto a la planeación de la cadena de suministros permite tener control sobre los costos en que se incurre para la elaboración de éste.

## 2.6. PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS

Instalación en donde las aguas servidas son vertidas, con el objetivo de retirar todo contaminante presente en la misma y de esta manera hacer de ella agua sin riesgos para la salud y para el ambiente al disponerla en una fuente natural de agua (mar – ríos – lagos) o al ser reutilizada en otras actividades de la vida diaria. Es importante mencionar que el agua obtenida, después de ser tratada por estas plantas, no es apta para el consumo humano.<sup>20</sup>

### 2.6.1. Trampa de Grasas<sup>21</sup>

“Es útil para separar las grasas y los sólidos por un proceso natural, que se fundamenta en las diferentes densidades de estas sustancias respecto de la densidad del agua. Realiza un pretratamiento de las aguas servidas, separando hasta un 90% las grasas y los materiales flotantes procedentes de la cocina, la lavadora, el lavaplatos, la ducha o el lavamanos”.

### 2.6.2. Pozo Séptico<sup>22</sup>

El pozo séptico busca resolver el problema de recolección de aguas servidas en comunidades ubicadas fuera del área de cobertura del sistema de alcantarillado. Este pozo facilita la descomposición y separación de la materia orgánica contenida en las aguas servidas gracias a la acción de las bacterias presentes en ésta. Como consecuencia de dicho proceso se generan gases, agua tratada y residuos (lodos). Es importante mencionar que el pozo séptico no purifica el agua completamente, por lo tanto se debe complementar con otro método que permita eliminar la mayor cantidad de contaminantes y así poder disponer del agua tratada en un campo de infiltración o lecho filtrante.

---

<sup>19</sup> SLONE, Reuben – DITTMANN, Paul – MENTZER, John. Transformando la Cadena de Suministros: Innovando para la Creación de Valor en Todos los Procesos Críticos. PROFIT Editorial. Pág. 116

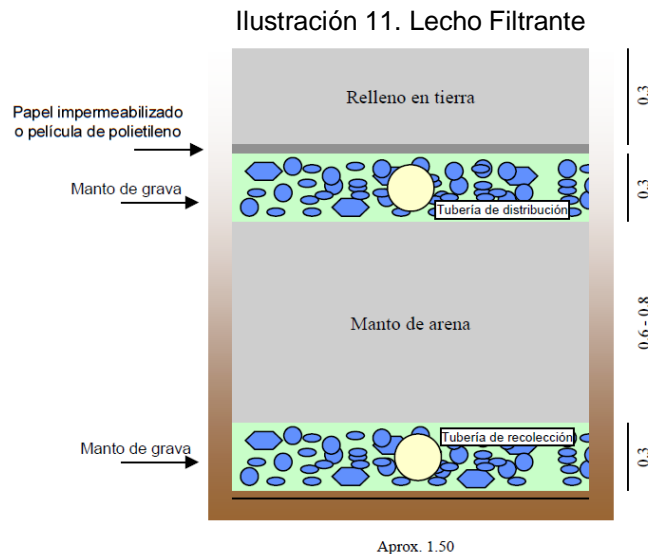
<sup>20</sup> CUIDOELAGUA.ORG: EMPÁPATE DE INFORMACIÓN. ¿Qué es una Planta de Tratamiento de Aguas? [En línea]; [31 de Agosto de 2013], Disponible en: <http://www.cuidoelagua.org/empapate/aguaresiduales/plantatratamiento.html>

<sup>21</sup> AJOVER. Trampa de Grasas. [En línea]; [20 de Marzo de 2014]; Disponible en: <http://www.ajover.co/es/construccion/sistema-tratamiento-aguas-residuales/trampa-grasa-tg>

<sup>22</sup> COVAL. Tanque Séptico. [En línea]; [20 de Marzo de 2014], Disponible en: [http://www.coval.com.co/pdfs/manuales/man\\_ eternit\\_tanque\\_septico.pdf](http://www.coval.com.co/pdfs/manuales/man_ eternit_tanque_septico.pdf)

### 2.6.3. Lecho Filtrante<sup>23</sup>

Es un campo de infiltración elaborado, complemento del pozo séptico, el cual tiene la función de actuar como medio filtrante del líquido proveniente del pozo (agua tratada). A continuación, se muestra la ilustración 11, en donde se puede observar los componentes, dimensiones (expresadas en metros) y forma de construcción de un lecho filtrante.



Fuente: Ministerio del Medio Ambiente – Guía de Manejo Ambiental

### 2.6.4. Lagunas de Estabilización<sup>24</sup>

Constituidas por excavaciones poco profundas, con forma rectangular o cuadrada. Se construyen con el objetivo de eliminar microorganismos patógenos de alto riesgo para los seres vivos, remover la materia orgánica de las aguas servidas y tratar el agua permitiendo su reutilización en actividades como jardinería. “Las bacterias descomponen la materia orgánica, formando nitrógeno inorgánico ( $NH_3$ ), fosfato ( $PO_4$ ) y dióxido de carbono ( $CO_2$ ). Las lagunas utilizan estos compuestos, junto con la energía de la luz solar, para la fotosíntesis, liberando oxígeno para la solución. El oxígeno es asimilado por las bacterias, cerrando el ciclo. El efluente de una laguna de estabilización contiene algas suspendidas y el exceso de los productos finales de la descomposición bacteriana, el cual posteriormente será filtrado”.

## 2.7. AGUAS SERVIDAS

“Aguas residuales domésticas que son el resultado de las actividades cotidianas de las personas. Esta agua contiene diferentes agentes contaminantes y gérmenes lo que obliga a evacuarlas de forma segura, tanto para las personas, como para el ambiente”.<sup>25</sup>

<sup>23</sup> MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Guía de Manejo Ambiental para Proyectos de Perforación de Pozos de Petróleo y Gas. Versión No. 1. Enero de 1999. Pág. 106

<sup>24</sup> ROLIM MENDOÇA, Sérgio. Sistemas de Lagunas de Estabilización: Cómo Utilizar Aguas Residuales en Sistemas de Regadío. Editorial McGraw Hill. Págs. 198 – 200

Las aguas servidas se componen de agua en un 99,9% y de sólidos suspendidos y disueltos en un 0,1%. Estos a su vez se dividen en orgánicos (Proteínas – Carbohidratos – Lípidos) e inorgánicos (Detritos Minerales Pesados – Sales – Metales), representados en un 70% y 30%, respectivamente. Por lo tanto, las aguas servidas son una mezcla de materiales orgánicos o inorgánicos, disueltos o no en el agua. Los residuos alimenticios, heces, sales minerales, materia vegetal, materiales diversos como jabón y detergentes sintéticos, representan la mayor parte de la materia orgánica. La acidez de estas aguas se debe a la destrucción de los carbohidratos (azúcar, almidón y celulosa) gracias a la acción de las bacterias. Por otra parte, los sólidos insolubles son identificados como lípidos (aceites y grasas), los cuales provocan mal olor y generan espuma lo que dificultan su tratamiento. Mientras que la materia inorgánica presente en las aguas servidas se compone de arena y substancias minerales. El tratamiento de las aguas servidas y su disposición son muy importantes, debido que los contaminantes presentes en éstas representan un alto riesgo para el ambiente y los seres vivos.<sup>26</sup>

---

<sup>25</sup> ESVAL: AGUA SANA. Aguas Servidas. [En línea]; [31 de Agosto de 2013], Disponible en: <http://portal.esval.cl/educacion/el-agua/aguas-servidas/>

<sup>26</sup> ROLIM MENDOÇA, Sérgio. Sistemas de Lagunas de Estabilización: Cómo Utilizar Aguas Residuales en Sistemas de Regadío. Editorial McGraw Hill. Págs. 6 – 10

### 3. CADENA DE SUMINISTROS ACTUAL DE LA EMPRESA

La gestión de la cadena de suministros determina el éxito de una compañía, debido a que permite satisfacer la demanda de productos o servicios por parte del cliente a partir de la configuración de procesos de negocio alineados con la operación de proveedores. De esta manera, es importante entender la situación actual de la Empresa AcuaCare S.A.S., desde la caracterización de la cadena de suministros, explicando detalladamente cada una de las actividades llevadas a cabo que dan lugar al flujo de información, materiales y productos, empezando en los proveedores hasta el cliente y viceversa. Por lo tanto se expone el proceso de desarrollo de los productos de la Empresa, más específicamente de una planta de tratamiento de aguas servidas que hace uso del Sistema BIDA®, para identificar los responsables de cada actividad. Posterior a esto, se utiliza el modelo SCOR con el propósito de comprender de forma clara y precisa cada uno de los eslabones de la cadena y las actividades que desarrollan. Además, se realiza un diagnóstico estratégico, el cual permite identificar debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas para la Empresa, con el fin de entender la estrategia utilizada por ésta para enfrentarse a sus competidores y presentar una propuesta de caracterización de cadena de suministros para un frente de negocio nuevo, teniendo en cuenta los requerimientos del cliente.

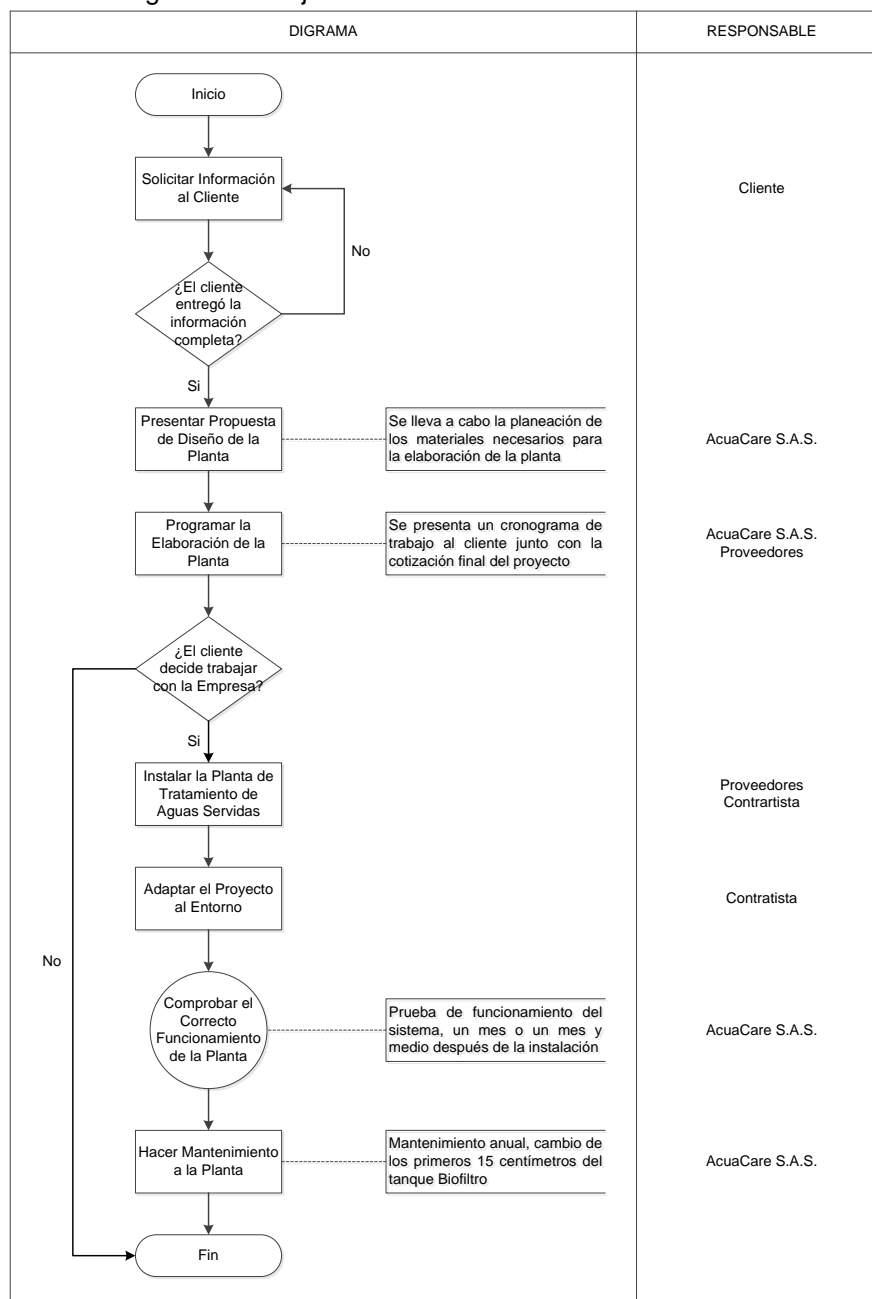
Es importante mencionar que el levantamiento de información se realizó a partir de una serie de preguntas diseñadas por el autor y respondida por el Ingeniero Juan Carlos Guáqueta, CEO de la Empresa AcuaCare S.A.S., la cual permitió recopilar e identificar la información necesaria y relevante para el presente trabajo. Dichas preguntas pueden ser consultadas en la sección de Anexos, en el Anexo C.

#### 3.1. CARACTERIZACIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTROS

Los procesos involucrados en el flujo de información, materiales y productos, en una cadena de suministros, pueden variar conforme al sistema de manufactura utilizado por la empresa, es decir, si la fabricación es bajo pedido (make to order), para almacenamiento (make to stock) o se lleva a cabo por ingeniería bajo pedido (engineer to order). De acuerdo al tipo de producto ofrecido por la Empresa AcuaCare S.A.S. (plantas de tratamiento de aguas servidas), es posible afirmar que el sistema de manufactura que utiliza es ingeniería bajo pedido ya que cada producto varía según los requerimientos del cliente, por lo tanto la cadena de suministros debe adaptarse al tipo de proyecto desarrollado.

Además, para entender la cadena de suministros de un producto o servicio, es importante identificar cada una de las actividades que se llevan a cabo en su proceso de desarrollo, desde toma de decisiones hasta transformación de materiales. La ilustración 12, mostrada a continuación, presenta un diagrama en el cual se identifican los subprocesos realizados por los proveedores, por la Empresa AcuaCare S.A.S. y por el cliente para la elaboración de plantas de tratamiento de aguas servidas.

Ilustración 12. Diagrama de Flujo Proceso de Desarrollo de Productos AcuaCare S.A.S.



Fuente: Adaptado por el Autor de Juan Carlos Guáqueta – CEO AcuaCare S.A.S.

A continuación, se explican cada uno de los subprocesos presentados en la ilustración 12:

### 1. Solicitar Información al Cliente

Este subproceso es muy importante, pues es en donde se recopila la información necesaria para adaptar el producto a los requerimientos, necesidades y expectativas del cliente, en cuanto

a diseño, capacidad y funcionamiento. Para cumplir dicho objetivo el cliente debe entregar a la Empresa la siguiente información.

- Número de personas que habitan en la comunidad que hará uso de la planta, ya que las características de ésta varían según la tasa de uso del agua (caudal).
- Perspectiva de crecimiento de la comunidad (proyección).
- Análisis de laboratorio de caracterización de aguas (nivel de contaminación del agua) para determinar la efectividad del Sistema BIDA® en el tratamiento del agua suministrada.
- Plano topográfico del área o terreno en donde se quiere instalar la planta.
- Origen del agua a tratar.
- Indicación de la disposición del agua tratada para cumplir con el Decreto Número 3930 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

## 2. Presentar Propuesta de Diseño de la Planta

Luego de que el cliente entrega la información solicitada, la Empresa (Gerente General, Gerente Técnico y Coordinador de Ingeniería) procede a realizar una propuesta de diseño de la planta, después de realizar una visita al terreno en donde se va a ubicar y teniendo en cuenta las condiciones de éste. En esta etapa, se realiza la planeación de materiales necesarios para el desarrollo del proyecto.

Para el diseño se verifica si es necesario agregar filtros previos al sistema, esto con el fin de garantizar la retención de sólidos del tamaño de Micras, si así lo requiere el cliente. Por otra parte, se calcula el dimensionamiento interno del Sistema BIDA® para determinar los requerimientos de lombrices, microorganismos, enzimas, materia orgánica y lecho filtrante por metro cuadrado.

## 3. Programar la Elaboración de la Planta

La Empresa AcuaCare S.A.S., realiza la cotización de los diferentes materiales y elementos necesarios para la elaboración del proyecto, con el propósito de establecer el presupuesto para el desarrollo del mismo (Gerente General y Asistente Contable) y así enviar la cotización final al cliente (Gerente Comercial). Luego de hacer la selección de proveedores, teniendo en cuenta precio, calidad (entendida como el cumplimiento de los requisitos establecidos para el correcto funcionamiento de la planta) y tiempos de entrega de materiales y elementos por parte de los proveedores, para cumplir con la fecha pactada con el cliente o establecer una fecha límite para la elaboración del proyecto (cronograma de trabajo).

## 4. Instalar la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas

Si el cliente decide hacer el proyecto con la Empresa, se procede a realizar la construcción civil o adaptación del terreno para la instalación de la planta, esto incluye nivelación y descapote del terreno, es importante mencionar que dichas actividades las realiza un contratista. Paralelo a esto, se fabrica el relleno de la planta o Biofiltro. Al ubicar la planta, se lleva a cabo la instalación eléctrica e hidráulica para garantizar el flujo de agua al interior del sistema y fuera de éste para la disposición final del agua tratada. En este subproceso se incluye la entrega de materiales y elementos por parte de los proveedores.

## 5. Adaptar el Proyecto al Entorno

En esta etapa del proceso es en dónde se hace la adaptación de la planta al terreno en el que fue instalada (paisajismo), buscando mejorar la estética del proyecto al fusionarlo con el paisaje a su alrededor.

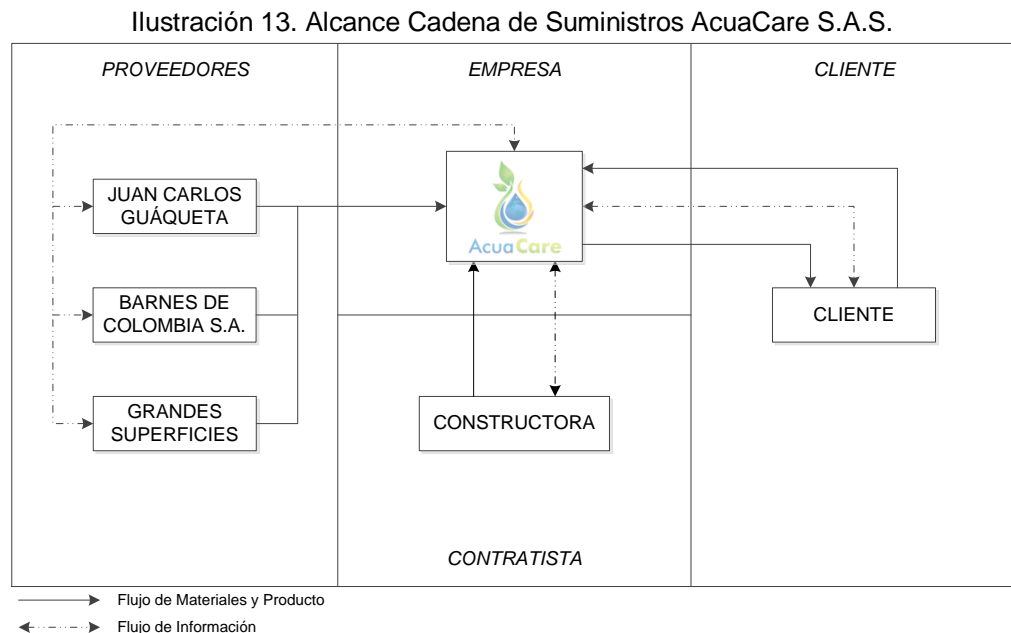
## 6. Comprobar el Correcto Funcionamiento de la Planta

La Empresa realiza seguimiento al desempeño de la planta dentro del mes o mes y medio posterior a la instalación de la misma, verificando el flujo de agua dentro del sistema y llevando a cabo pruebas del nivel de contaminación del agua tratada. Cabe resaltar que el Sistema BIDA® tiene un tiempo promedio de adaptación de un mes y medio para alcanzar su máxima efectividad.

## 7. Hacer Mantenimiento a la Planta

Este mantenimiento consiste en reemplazar los primeros quince centímetros del tanque Biofiltro con material nuevo (lombrices, microorganismos, enzimas y materia orgánica), anualmente, pues es en esta sección en donde se produce abonos orgánicos que pueden ser utilizados en actividades de agricultura.

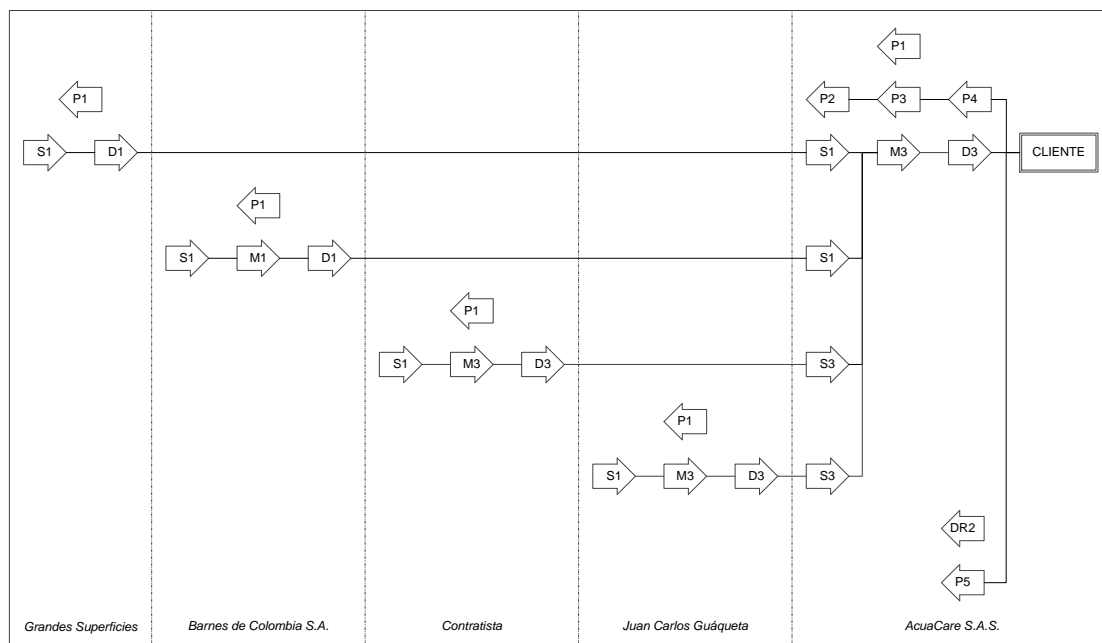
A partir del proceso de desarrollo de plantas de tratamiento de aguas servidas, realizado por la Empresa, se puede establecer el alcance de la cadena de suministros de ésta, en donde es posible identificar cada uno de los eslabones involucrados y la interacción entre éstos a partir de flujo de información y de producto o materiales. En la ilustración 13, mostrada a continuación, es posible observar dicha información.



Fuente: Adaptado por el Autor de Juan Carlos Guáqueta – CEO AcuaCare S.A.S.

Al identificar cada uno de los eslabones y sus responsabilidades dentro de la cadena de suministros de la Empresa, se procede a explicar detalladamente cada una de las actividades encaminadas a satisfacer la demanda del cliente a partir de una adaptación del modelo SCOR (Supply Chain Operations Reference) a la situación actual de la Empresa, pues este modelo permite configurar fácilmente la cadena y así entender su operación. Como se observa en el capítulo 2, sección 2.3., el Modelo SCOR cuenta con seis niveles, cada uno con un grado de detalle diferente. Es importante aclarar que la caracterización de la cadena de suministros de la Empresa AcuaCare S.A.S. se hará dentro del nivel uno y del nivel dos del modelo SCOR, pues el grado de detalle de estos niveles permite determinar la información relevante para el presente trabajo. A continuación, en la ilustración 14, se muestra la cadena de suministros configurada conforme a los dos primeros niveles del modelo SCOR.

Ilustración 14. Cadena de Suministros AcuaCare S.A.S.



Fuente: Autor

La información presentada en la ilustración 14 se puede complementar con la tabla 4, la cual explica cada uno de los procesos desarrollados en la cadena de suministros de la Empresa. Además, en ésta es posible observar la nomenclatura establecida por el Modelo SCOR, en los niveles de configuración uno y dos.

Tabla 4. Procesos Cadena de Suministros AcuaCare S.A.S.

MODELO SCOR	
NIVEL 1	NIVEL 2
Planeación	P1. Planeación de la Cadena de Suministros
	P2. Planeación del Aprovisionamiento
	P3. Planeación de la Manufactura
	P4. Planeación de la Distribución
	P5. Planeación de la Devolución



MODELO SCOR	
NIVEL 1	NIVEL 2
Aprovisionamiento	S1. Aprovisionamiento de Materiales de Almacenamiento
	S3. Aprovisionamiento de Materiales Fabricados por Ingeniería Bajo Pedido
Manufactura	M1. Manufactura para Almacenamiento
	M3. Manufactura por Ingeniería Bajo Pedido
Distribución	D1. Distribución de Productos Fabricados para Almacenamiento
	D3. Distribución de Productos Fabricados por Ingeniería Bajo Pedido
Devolución	DR2. Recepción de la Devolución de Productos para Mantenimiento

Fuente: Autor

Cada uno de los procesos mostrados en la ilustración 14 y en la tabla 4, se explican a continuación, indicando el responsable de su ejecución en la cadena de suministros.

- Tanto la Empresa como sus proveedores y contratista planean la cadena de suministros (P1) teniendo en cuenta las necesidades del mercado objetivo o cliente, con el propósito de contar con los recursos necesarios para la elaboración de sus productos. Esta planeación de la cadena se descompone en planeación del aprovisionamiento (P2), de la manufactura (P3), de la distribución (P4) y de la devolución (P5), indicando la selección de proveedores, el diseño y elaboración de la planta (el cual incluye el traslado de los materiales en bultos y botellas junto con el tanque en una camioneta de la Empresa al lugar en donde se instalará la planta y así ensamblarla), las fechas de entrega y la manera en que se realizará el mantenimiento. En el caso de la Empresa AcuaCare S.A.S., la planeación de cada uno de estos factores debe contemplar el hecho de que sus productos son desarrollados a partir de fabricación por ingeniería bajo pedido, teniendo como punto de partida las especificaciones del cliente.
- Los proveedores de la Empresa se abastecen de productos o materiales de almacenamiento (S1) para ponerlos a disposición del cliente, ya sea transformándolos en producto terminado o actuando como distribuidor. En las Grandes Superficies, AcuaCare S.A.S., adquiere la tubería (tubos PVC de una y tres octavos de pulgada) y el aspersor adecuado para habilitar el flujo de agua entre la cámara de recepción de aguas servidas y el tanque Biofiltro, junto a una trampa que retiene sólidos que no son biodegradables (canasta plástica o en acero inoxidable), el geotextil que protege el interior del tanque y el tanque, es importante mencionar que este proveedor no realiza ningún tipo de proceso de transformación sobre los productos adquiridos por la Empresa, es decir, actúa como distribuidor. El flujo de agua se da gracias a la acción de una bomba hidráulica sumergible especial para aguas servidas y un sensor de flotador, el cual hace que se active la bomba automáticamente cuando el agua alcanza determinada altura en la cámara de recepción, estos productos son abastecidos por la empresa Barnes de Colombia S.A. Por otra parte, el Contratista adquiere las materias primas y elementos necesarios (ladrillos, cemento, arena, entre otros) para la elaboración de la obra civil, es decir, de la cámara de recepción. Finalmente, el proveedor Juan Carlos Guáqueta se abastece de todos los elementos necesarios para elaborar la mezcla del tanque Biofiltro como lombrices, microorganismos, encimas y cortes de madera (aserrín, el cual funciona como materia orgánica), con el objetivo de combinar estos elementos y ponerlos a prueba para garantizar su efectividad en el tratamiento de aguas servidas. Es importante mencionar que el lecho filtrante

se elabora con gravilla ó material (piedras) disponible en el sector en donde se va a instalar la planta.

- En la cadena de suministros observada se manufacturan productos de dos tipos, para almacenamiento (M1) y de ingeniería bajo pedido (M3). La Empresa, el proveedor Juan Carlos Guáqueta, quien abastece algunos de los elementos necesarios del tanque Biofiltro y las Madereras, proveedor de cortes de madera (materia orgánica), utilizan el sistema de manufactura ingeniería bajo pedido debido a que los requerimientos de material para dicho tanque varían conforme a las necesidades del cliente, más específicamente al número de personas que van a hacer uso de la planta. A esto se une el Contratista, ya que utiliza el mismo sistema de manufactura, pues el proyecto varía de cliente a cliente, desde la ubicación de la planta (modificando la cantidad de materiales para la instalación hidráulica y eléctrica), la capacidad de ésta, la disposición final del agua tratada, hasta el paisajismo para adaptar la planta con el medio. Mientras que el proveedor Barnes de Colombia S.A. cuenta con un sistema de manufactura para almacenamiento, por lo tanto el producto que la Empresa necesita está disponible cuando ésta lo necesita.
- La distribución o entrega que da lugar al flujo de materiales y productos, se da conforme al sistema de manufactura utilizado por la Empresa, los proveedores y el contratista, en donde se identifica la distribución de productos fabricados para almacenamiento (D1), por parte de los proveedores Grandes Superficies y Barnes de Colombia y la distribución de productos fabricados por ingeniería bajo pedido (D3), por parte de los proveedores Juan Carlos Guáqueta, las Madereras, el Contratista y la Empresa al entregar el producto final al cliente.
- Como la planta requiere mantenimiento anual, se tiene en cuenta el ítem devolución, del modelo SCOR, el cual considera la recepción de la devolución de productos para mantenimiento (DR2) en donde la Empresa remueve los primeros quince centímetros del tanque Biofiltro, el cual se ha transformado en abono como consecuencia del tratamiento de aguas servidas y debe ser reemplazado por mezcla de lombrices, microorganismos, enzimas y materia orgánica nueva. El mantenimiento se lleva a cabo en el lugar donde se encuentra ubicada la planta.
- Finalmente, estas actividades se soportan en diferentes actividades de apoyo tales como contratación de personal capacitado para el desarrollo del producto, promoción y publicidad de la Empresa junto al desarrollo de tecnologías que contribuyan al mejoramiento continuo de las actividades de la Empresa.

### 3.2. DIAGNOSTICO ESTRATÉGICO

A partir de un diagnóstico estratégico es posible identificar aquellos factores que generan un alto impacto en la organización, además, brinda una visión holística del contexto interno y externo en el que se desenvuelve, ésta con el fin de determinar la manera en que puede aprovechar sus fortalezas, establecer estrategias para mitigar los efectos de las debilidades, convertir las amenazas en oportunidades y hacer uso de las oportunidades para diferenciarse de la competencia.

Para identificar fortalezas y debilidades de la Empresa AcuaCare S.A.S., se elaboró el Perfil de Capacidad Interna (PCI), el cual se muestra a continuación en la tabla 5. En su desarrollo se tuvo en cuenta la capacidad directiva, competitiva, financiera y tecnológica de la Empresa.

Tabla 5. Perfil de Capacidad Interna AcuaCare S.A.S.

CAPACIDAD	FORTALEZA			DEBILIDAD			IMPACTO		
	A	M	B	A	M	B	A	M	B
<b>DIRECTIVA</b>									
Planeación de materiales necesarios				■			■		
<b>COMPETITIVA</b>									
Participación y posicionamiento de la Empresa en el mercado					■		■		
Relación con los proveedores y contratistas		■					■		
Calidad del producto	■						■		
Portafolio de productos reducido					■				■
Flexibilidad	■						■		
<b>FINANCIERA</b>									
Habilidad para competir con precios bajos	■							■	
<b>TECNOLÓGICA</b>									
Implementación del Sistema BIDA® en el tratamiento de aguas servidas	■						■		

Fuente: Autor

De acuerdo al PCI y cada una de las capacidades identificadas en la Empresa se establecen los siguientes ítems.

#### 1. Capacidad Directiva

- Planeación de materiales necesarios. Se establece como una debilidad de alto impacto, pues para una empresa es muy importante realizar la planeación de los materiales necesarios para los proyectos que desarrolla ya que la generación de faltante o el exceso de materiales sin utilizar se traduce costos incurridos por la Empresa, ya sea por retrasos en la fecha de entrega del proyecto o por obsolescencia (debido a que las características de cada proyecto varían conforme a las especificaciones del cliente), respectivamente.

#### 2. Capacidad Competitiva

- Participación y posicionamiento de la Empresa en el mercado. Clasificada como una debilidad de alto impacto, ya que al ser una Empresa nueva su posicionamiento es determinado por el número de clientes atendidos. Además, se debe valer del voz a voz de sus clientes como medio de reconocimiento en el mercado.

- Relación con los proveedores y contratistas. Se considera como una fortaleza de alto impacto, pues la creación de alianzas estratégicas con proveedores determina la flexibilidad de la cadena de suministros. El Ingeniero Juan Carlos Guáqueta, actúa como proveedor de los componentes para el relleno del Biofiltro (lombrices, microorganismos, enzimas y materia orgánica), haciendo que la Empresa pueda responder conforme a nuevos proyectos o a cambios en los que se encuentran en ejecución gracias a la disponibilidad del material, pues el proveedor cuenta con 54 camas cría tradicional de lombricultura permitiéndole abastecer fácilmente a su cliente. Por otra parte, la Empresa trabaja de la mano con la Constructora Benhabitat (contratista), permitiéndole tener control en la adaptación del terreno para la planta, la construcción del tanque receptor de aguas servidas y en el proceso de paisajismo para entregar el proyecto de acuerdo a las especificaciones del cliente.
- Calidad del producto. Catalogada como una fortaleza de alto impacto, ya que la Empresa se asegura de que sus proyectos cumplan con las especificaciones y requerimientos de los clientes y haciendo seguimiento de éstos hasta un mes y medio después de su instalación para garantizar el desempeño de la planta, entendido como la obtención de agua tratada. Además, de hacer el mantenimiento respectivo, anualmente.
- Portafolio de productos reducido. Se establece como una debilidad de impacto bajo, ya que a pesar de no contar con gran variedad de referencias en su portafolio de productos, cada proyecto se diferencia del otro, pues se diseñan y elaboran conforme a los requisitos del cliente.
- Flexibilidad. Definida como una fortaleza de alto impacto, debido a que cada proyecto se ajusta a los requisitos y necesidades del cliente, por lo tanto la Empresa se acomoda fácilmente a éstos.

### 3. Capacidad Financiera

- Habilidad para competir con precios bajos. Definida como una fortaleza de impacto medio, pues debido a las materias primas necesarias para la elaboración del proyecto, más específicamente para el Sistema BIDA®, son de bajo costo en comparación a los sistemas convencionales (ver Anexo B), pero debido al posicionamiento actual de la Empresa en el mercado, esta fortaleza aún no genera un impacto tan alto en la misma.

### 4. Capacidad Tecnológica

- Implementación del Sistema BIDA® en el tratamiento de aguas servidas. Esta fortaleza es la más importante con la que cuenta la Empresa AcuaCare S.A.S. y es considerada de alto impacto, ya que el Ingeniero Juan Carlos Guáqueta (CEO de AcuaCare S.A.S.) cuenta con una licencia de exclusividad para la implementación del Sistema BIDA® en su portafolio de productos en el territorio colombiano (ver Anexo A).

Para complementar el análisis obtenido a partir del PCI, también se elaboró el Perfil de Oportunidades y Amenazas del Medio (POAM), el cual se muestra a continuación en la tabla 6. Para efectos del análisis se tuvo en cuenta el factor político, competitivo, tecnológico y social.

Tabla 6. Perfil de Oportunidades y Amenazas del Medio AcuaCare S.A.S.

FACTOR	OPORTUNIDAD			AMENAZA			IMPACTO		
	A	M	B	A	M	B	A	M	B
<b>POLÍTICO</b>									
Decreto número 3930 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial									
<b>COMPETITIVO</b>									
Competidores con gran trayectoria en el mercado									
Precios de la competencia									
<b>TECNOLÓGICO</b>									
Exclusividad en el uso del Sistema BIDA® en el tratamiento de aguas servidas									
<b>SOCIAL</b>									
Tendencia hacia el cuidado de los recursos y del ambiente									

Fuente: Autor

Teniendo en cuenta el POAM y analizando cada uno de los factores encontrados en la Empresa, se identificaron los siguientes ítems.

#### 1. Factor Político

- Decreto número 3930 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Identificado como una oportunidad de alto impacto debido a que este decreto determina que aquellas comunidades ubicadas fuera del área de cobertura del sistema de alcantarillado establezcan un método que les permita recolectar y tratar los residuos líquidos generados por la comunidad<sup>27</sup>, contribuyendo a la conservación del ambiente y los recursos. Este decreto no excluye ningún tipo de método, por lo tanto es considerado como una oportunidad para hacer uso de las fortalezas de la Empresa y presentar en el mercado un sistema alternativo (diferente a los convencionales) en el tratamiento de aguas servidas.

#### 2. Factor Competitivo

- Competidores con gran trayectoria en el mercado. Definida como una amenaza de alto impacto, ya que los sistemas convencionales para el tratamiento de aguas han sido utilizados durante mucho tiempo, lo que ha permitido que la competencia se haya posicionado en el mercado y el cliente confíe en el resultado generado por los sistemas ofrecidos por éstos, creando cierta resistencia al cambio y fidelidad hacia la competencia, generando ciertas barreras para la participación de empresas nuevas en el mercado.

<sup>27</sup> MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Decreto Número 3930 del 25 de Octubre de 2010. [En línea]; [03 de Marzo de 2013], Disponible en: [http://www.minambiente.gov.co/documentos/normativa/decreto/dec\\_3930\\_251010.pdf](http://www.minambiente.gov.co/documentos/normativa/decreto/dec_3930_251010.pdf)

- Precios de la competencia. Clasificada como una amenaza de impacto medio. Es la contraparte de la capacidad financiera, habilidad para competir con precios bajos, del PCI.

### 3. Factor Tecnológico

- Exclusividad en el uso del Sistema BIDA® en el tratamiento de aguas servidas. Definida como una oportunidad de alto impacto. Es el complemento de la capacidad tecnológica, implementación del Sistema BIDA® en el tratamiento de aguas servidas, del PCI. Esta oportunidad garantiza que ninguna persona, natural o jurídica, diferente al Ingeniero Juan Carlos Guáqueta puede implementar el Sistema BIDA® en su portafolio de productos, en el territorio colombiano.

### 4. Factor Social.

- Tendencia hacia el cuidado de los recursos y del ambiente. Se considera como una oportunidad de alto impacto, ya que actualmente existen campañas que buscan concientizar a las personas en el cuidado de los recursos y del ambiente, a lo que se unen algunas empresas con su responsabilidad social y dan cabida al desarrollo de nuevos métodos que garanticen un futuro sostenible.

A partir del Perfil de Capacidad Interna y del Perfil de Oportunidades y Amenazas del Medio, se elaboró una matriz DOFA, mostrada en la tabla 7, la cual presenta las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas de alto impacto para la Empresa.

Tabla 7. Matriz DOFA AcuaCare S.A.S.

DEBILIDADES	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Planeación de materiales necesarios.</li> <li>- Participación y posicionamiento de la Empresa en el mercado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Decreto número 3930 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.</li> <li>- Exclusividad en el uso del Sistema BIDA® en el tratamiento de aguas servidas.</li> <li>- Tendencia hacia el cuidado de los recursos y del ambiente.</li> </ul>
FORTALEZAS	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Relación con los proveedores y contratistas.</li> <li>- Calidad del producto.</li> <li>- Flexibilidad.</li> <li>- Implementación del Sistema BIDA® en el tratamiento de aguas servidas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Competidores con gran trayectoria en el mercado.</li> </ul>

Fuente: Autor

Con la información obtenida en el diagnóstico estratégico y teniendo en cuenta las desventajas de los sistemas convencionales en el tratamiento de aguas servidas, presentadas en la sección 1.2. del capítulo 1, se observa que el contexto interno y externo de la Empresa AcuaCare S.A.S., permiten el desarrollo de proyectos nuevos para ofrecer en el mercado de plantas de tratamiento de aguas servidas. Por lo tanto, desde el uso de las fortalezas y el aprovechamiento de las oportunidades, la Empresa puede ampliar su portafolio de productos para suplir las necesidades de diferentes mercados que necesiten o deseen contribuir en la conservación de los recursos y del ambiente.

### 3.3. ESTRATEGIA ACTUAL DE LA EMPRESA

La estrategia de una empresa determina su forma de operación, debido a que debe alinear sus procesos para garantizar el cumplimiento de la misión y la visión, es decir, es el medio para alcanzar los objetivos establecidos y cumplir las expectativas del cliente interno y externo. Existen diferentes estrategias para fortalecer y garantizar el rendimiento de la empresa, las cuales se muestran a continuación en la ilustración 15.



Fuente: Jairo Amaya – Gerencia, Planeación & Estrategia

Analizando la información de la situación actual de AcuaCare S.A.S., es posible afirmar que la Empresa busca *desarrollar proyectos pequeños para adquirir posicionamiento en el mercado*, lo cual se traduce en tres estrategias diferentes.<sup>28</sup>

#### 1. Estrategia de Integración Hacia Atrás

Esta estrategia establece que la empresa debe ejercer cierto control sobre los proveedores. En AcuaCare S.A.S., se evidencia en el seguimiento de las actividades realizadas por la empresa contratista con el objetivo de brindar al cliente un producto que cumpla con sus

<sup>28</sup> Ibíd. Págs. 55 – 57

especificaciones. Dicha integración también se da con el proveedor de los materiales necesarios para el Biofiltro, el Ingeniero Juan Carlos Guáqueta quien además es CEO de la Empresa AcuaCare S.A.S., por lo tanto es posible responder fácilmente a cambios en los proyectos (capacidad) y garantizar la efectividad de la planta.

## 2. Estrategia Intensiva de Desarrollo de Mercado

Con esta estrategia, la empresa busca darse a conocer en diferentes zonas poniendo a disposición de clientes nuevos sus productos. La Empresa AcuaCare S.A.S., a partir del uso de sus fortalezas y aprovechando sus oportunidades, busca atraer clientes en diferentes zonas fuera del área de cobertura del sistema de alcantarillado. Un claro ejemplo de esta estrategia puesta en práctica se observa en el desarrollo del presente trabajo.

## 3. Estrategia de Diversificación Concéntrica

A partir del uso de esta estrategia, una empresa amplía su portafolio de productos incluyendo productos nuevos pero relacionados. En AcuaCare S.A.S., esta estrategia tiene lugar en el desarrollo de productos que hagan uso del Sistema BIDA® que tengan la capacidad de atender a diferentes mercados.

Estas estrategias en conjunto permiten dar a conocer a la Empresa en el mercado de plantas de tratamiento de aguas servidas, mostrando su recorrido en el desarrollo de plantas y sus resultados (desarrollo de proyectos pequeños) con el objetivo de entrar a competir con empresas que se desenvuelven en dicho contexto. Además, al ganar reconocimiento entre sus clientes, la Empresa se puede valer de la estrategia voz a voz como punto de partida para ser identificada y diferenciada entre sus competidores.



#### 4. CARACTERÍSTICAS DEL MÉTODO CONVENCIONAL Y DEL MÉTODO PROPUESTO

Actualmente, la gestión ambiental de aguas servidas ha tomado mucha fuerza afianzada por la acción del Estado, el cual ha establecido políticas que buscan garantizar el cuidado y la preservación del ambiente. Además, las tendencias sociales apuntan a la creación de un futuro sostenible. Por lo tanto se han desarrollado diferentes sistemas de tratamiento de agua para cumplir con las políticas y demandas de la sociedad. Los campamentos petroleros, al encontrarse fuera del área de cobertura del sistema de alcantarillado deben hacer uso de dichos sistemas para mitigar los efectos de su operación y de las actividades del día a día de la comunidad en el ambiente.

A continuación, se explica el método utilizado en el tratamiento de aguas servidas en campamentos petroleros (pozos sépticos o planta de tratamiento) en Colombia permitiendo identificar el proceso actual. Posterior a esto, se explica el proceso establecido para el tratamiento de aguas servidas a partir del Sistema BIDA®. Al identificar y analizar las características del método convencional y del método propuesto, se hace una comparación entre éstos la cual busca establecer las ventajas y desventajas de cada uno. La información necesaria para el desarrollo de este capítulo se obtuvo de la Guía de Manejo Ambiental para Proyectos de Perforación de Pozos de Petróleo y Gas del Ministerio del Medio Ambiente, además se complementó con la sesión de preguntas (Anexo C) realizada al Ingeniero Juan Carlos Guáqueta, CEO de la Empresa AcuaCare S.A.S.

##### 4.1. TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS A PARTIR DEL MÉTODO CONVENCIONAL

En Colombia, el uso del recurso hídrico, su ordenamiento y los vertimientos que se hacen en éste, al suelo y al alcantarillado<sup>29</sup>, está regulado por el Decreto 3930 de 2010. Unido a esto, la gestión ambiental en el tratamiento de aguas servidas en campamentos petroleros se realiza a partir de los lineamientos establecidos en la Guía de Manejo Ambiental para Proyectos de Perforación de Pozos de Petróleo y Gas, del Ministerio del Medio Ambiente. Uno de los objetivos de esta guía es “proveer a las actividades del proyecto con un sistema adecuado de manejo, tratamiento y disposición de aguas servidas”<sup>30</sup> para mitigar los efectos en el ambiente generados por la acción del hombre en el desarrollo de sus actividades diarias.

La gestión ambiental en el tratamiento de aguas servidas debe realizarse teniendo en cuenta los siguientes criterios.<sup>31</sup>

1. Si el campamento requerido para realizar el proyecto de perforación es de más de cincuenta personas y el proyecto demora más de seis meses se debe instalar una planta de tratamiento de aguas servidas, pero si el tiempo de ejecución del proyecto es menor a seis meses se debe evaluar el escenario de instalar un pozo séptico y un campo de infiltración, el cual permite el

---

<sup>29</sup> MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Decreto Número 3930 del 25 de Octubre de 2010. [En línea]; [09 de Febrero de 2014], Disponible en: [http://www.minambiente.gov.co/documentos/normativa/decreto/dec\\_3930\\_251010.pdf](http://www.minambiente.gov.co/documentos/normativa/decreto/dec_3930_251010.pdf)

<sup>30</sup> MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Guía de Manejo Ambiental para Proyectos de Perforación de Pozos de Petróleo y Gas. Versión No. 1. Enero de 1999. Pág. 97

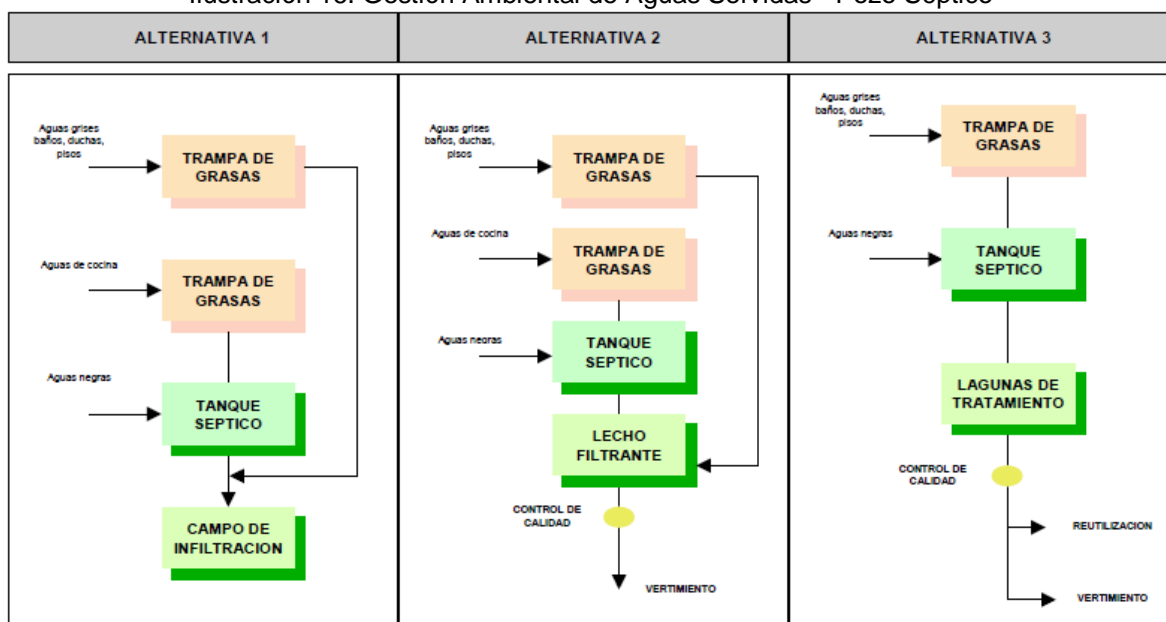
<sup>31</sup> *Ibíd.* Págs. 98 – 101

tratamiento de aguas servidas. Por otra parte, si el campamento no supera las cincuenta personas y teniendo en cuenta las características del área de trabajo se debe instalar un pozo séptico y un campo de infiltración.

2. El proyecto debe contar con su propio sistema de recolección y tratamiento de aguas servidas que se ajuste a las necesidades de la comunidad. Cada área del campamento en donde se generen aguas servidas debe conectarse al sistema de tratamiento, es decir, la cobertura y capacidad del sistema de tratamiento debe ser suficiente para el número de personas que harán uso de éste, es decir, que soporte el caudal suministrado.
3. Se debe contar con redes independientes para el flujo de aguas servidas, una para agua proveniente de los inodoros presentes en el campamento y otra para las aguas contaminadas resultado de las actividades de lavado de ropa, utensilios y herramientas utilizadas por el campamento, al igual que las aguas generadas cuando un individuo se baña.
4. La relación costo beneficio del sistema de tratamiento de aguas servidas debe responder al tamaño del proyecto. El sistema de tratamiento seleccionado debe ajustarse a las condiciones del terreno, para la disposición del agua tratada, al tamaño y características de la población, entre otros requerimientos del cliente.
5. La instalación del pozo séptico y del campo de infiltración se debe hacer fuera del alcance de cualquier fuente hídrica, con el objetivo de minimizar el riesgo de contaminación de ésta. Además, el campo de infiltración se debe construir sobre terrenos con suficiente porosidad para facilitar la infiltración de las aguas servidas, si esto no ocurre el terreno se debe adaptar para que actúe como lecho filtrante.
6. El pozo séptico se debe ubicar de tal manera de que los gases y olores generados no lleguen al área habitada por la comunidad (mínimo a 3,5 metros de distancia). Además, se debe evitar el ingreso de aguas lluvias al pozo. Por otra parte, es importante ubicarlo en un área en donde la probabilidad de inundación sea nula y su ubicación debe permitir el fácil acceso para el mantenimiento del pozo.
7. El sistema debe contar con un programa de mantenimiento, el cual consiste en monitorear el agua tratada cada quince días si la duración del proyecto es menor a tres meses, de lo contrario se debe monitorear cada mes. Además, los lodos generados como consecuencia del proceso de la planta de tratamiento de aguas servidas y del pozo séptico deben ser retirados para no comprometer la efectividad de éstos. Por otra parte, la letrina sanitaria (pozo receptor de aguas servidas) debe dotarse de un recipiente con óxido de calcio y tierra (para neutralizar el agua, es decir, minimizar la acidez de ésta), mezcla que se adicionará al pozo cada vez que se utilice el sistema.

Según los criterios establecidos para la gestión ambiental de las aguas servidas en proyectos de perforación de pozos de petróleo, a continuación en la ilustración 16, se muestran tres alternativas para el tratamiento de agua a partir del uso de un pozo séptico.

Ilustración 16. Gestión Ambiental de Aguas Servidas - Pozo Séptico



Fuente: Ministerio del Medio Ambiente – Guía de Manejo Ambiental

La alternativa 1 establece que se debe instalar una trampa de grasas para la recepción del flujo de agua proveniente de las duchas de los baños y aquella resultante del lavado de pisos, otra trampa de grasas que recolecte el agua proveniente de la cocina y un tanque séptico para el tratamiento del agua utilizada en los inodoros. Para garantizar la efectividad en el tratamiento de agua la segunda trampa de grasas debe conectarse al tanque séptico, mientras que la primera debe ir conectada directamente al campo de infiltración. En esta alternativa, la disposición final del agua se realiza en un campo de infiltración, es decir, el agua resultante es absorbida por la tierra.

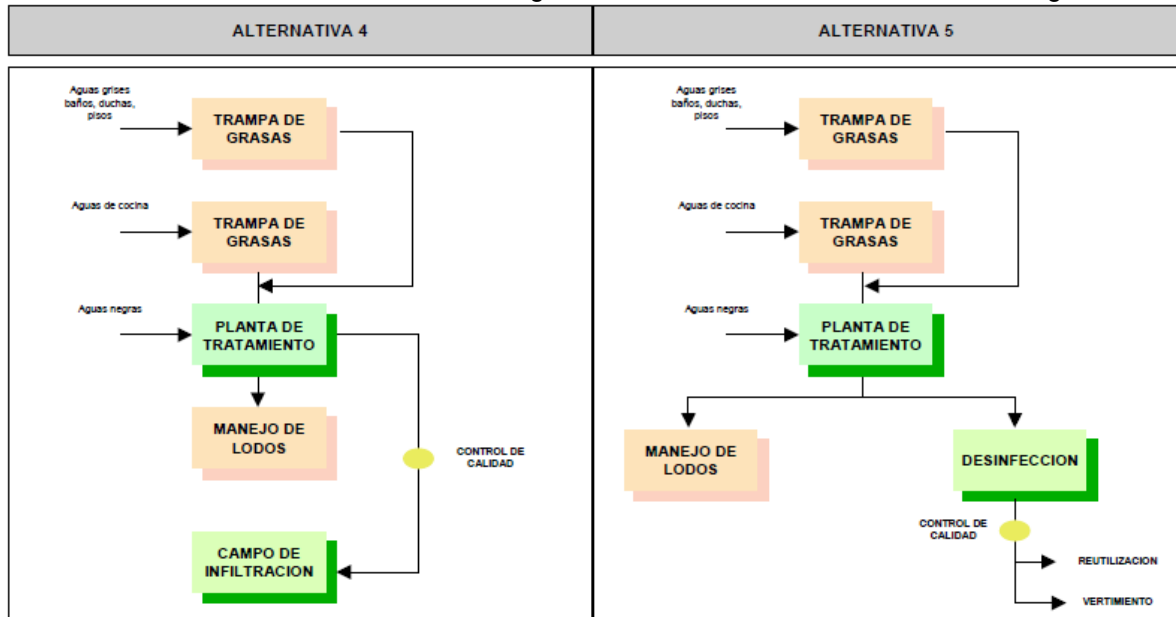
Por otra parte, la alternativa 2 sugiere el uso de un lecho filtrante si las condiciones del terreno no son las adecuadas para utilizarlo como campo de infiltración. El lecho filtrante cuenta con una tubería de recolección la cual permite manipular el flujo del agua tratada y disponerla conforme a lo establecido en la Guía de Manejo Ambiental para Proyectos de Perforación de Pozos de Petróleo y Gas, luego de comprobar la efectividad del tanque séptico y la trampa de grasas en el tratamiento de aguas servidas (control de calidad).

Finalmente, la alternativa 3 determina que se debe utilizar una trampa de grasas para recolectar el agua proveniente de fuentes diferentes a los inodoros del campamento, mientras que el flujo de éstas debe ser direccionado hacia un pozo séptico, el cual a su vez, recibe el flujo de agua resultante de la trampa de grasas para su tratamiento. Luego del proceso efectuado en el tanque séptico, el agua es llevada a una laguna de tratamiento o de estabilización la cual permite maximizar la efectividad en el tratamiento de las aguas servidas, permitiendo la reutilización de estas en los ítems contemplados en la guía, no sin antes realizar un control de calidad sobre el agua tratada para determinar el desempeño del sistema.

Por otra parte, existen dos alternativas adicionales para el tratamiento de aguas servidas en campamentos petroleros, las cuales consisten en el uso de una planta de tratamiento aeróbica

(lodos activos) mostradas en la ilustración 17. Esta información se puede complementar con la sección 1.1. (antecedentes) del capítulo 1.

Ilustración 17. Gestión Ambiental de Aguas Servidas - Planta de Tratamiento de Aguas



Fuente: Ministerio del Medio Ambiente – Guía de Manejo Ambiental

De acuerdo a la alternativa 4, para el tratamiento de aguas servidas en los campamentos petroleros se debe hacer uso de una planta de tratamiento la cual recibe el agua proveniente de los baños de la comunidad, el agua después de ser utilizada en la cocina y el agua de las duchas de los baños junto a aquella resultante del lavado de pisos. Los dos últimos flujos de agua deben pasar primero por dos trampas de grasas independientes, respectivamente. El agua tratada resultante debe ser evaluada (control de calidad) con el fin de comprobar la efectividad de la planta y así poder direccionar el flujo de agua hacia un campo de infiltración. Es importante mencionar que al utilizar este método, la planta produce lodos como consecuencia del tratamiento de agua, por lo tanto se debe realizar la correcta manipulación de estos (por ejemplo verterlos en un relleno sanitario) para minimizar los riesgos de contaminación del ambiente.

Por otra parte, se observa que la alternativa 5 es una variación de la alternativa 4. Si bien determina el uso de dos trampas de grasas independientes conectadas a una planta de tratamiento, el elemento diferenciador de esta alternativa es que hace uso de un tanque de desinfección que permite maximizar el tratamiento del agua para poder verterla y/o reutilizar de acuerdo a los ítems establecidos en la guía. La decisión de que alternativa utilizar depende de las características de la comunidad (campamento petrolero) y del terreno en donde será instalada, de esta manera la disposición del agua tratada se debe realizar teniendo en cuenta alguna de las siguientes instrucciones.<sup>32</sup>

<sup>32</sup> Ibid. Pág. 109

1. Como se menciona anteriormente, en la alternativa 1 y en la alternativa 4, el agua tratada se debe desembocar en un campo de infiltración o lecho filtrante.
2. El agua resultante del proceso de tratamiento puede ser irrigada en la tierra, teniendo en cuenta las consideraciones presentadas a continuación.
  - Evitar contaminar cualquier fuente hídrica ubicada cerca al campamento.
  - No se debe utilizar el agua tratada en cultivos agrícolas para el consumo humano.
  - Es posible irrigar el agua en pasto destinado para ganadería, siempre y cuando el terreno se encuentre en la fase de recuperación, es decir, luego de ser utilizado por el ganado.
  - También puede ser utilizada para el cuidado de plantas de jardín.

Teniendo en cuenta los métodos y disposiciones mencionados para el tratamiento de aguas servidas en campamentos petroleros en Colombia, la empresa petrolera debe seleccionar el método que se ajuste a las características de la comunidad y del territorio en donde se va a ubicar, además debe garantizar su construcción antes de que las instalaciones del campamento sean ocupadas. Por otra parte, es importante capacitar al personal en el funcionamiento del sistema de tratamiento de aguas servidas con el fin de permitir el correcto funcionamiento de este. Finalmente, se debe establecer un programa de inspección y mantenimiento, el cumplimiento de dicho programa estará a cargo de un miembro de la comunidad.

#### 4.2. TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS A PARTIR DEL MÉTODO PROPUESTO

Para dar solución al problema de recolección y tratamiento de aguas servidas en comunidades ubicadas fuera del área de cobertura del sistema de alcantarillado se han desarrollado diferentes métodos. Algunos, además de tratar el agua traen consigo diferentes beneficios, tanto para el ambiente, como para la comunidad que las utiliza, un ejemplo de esto es el Sistema BIDA®, Biofiltro Dinámico Aeróbico. Éste sistema se compone de tres elementos, los cuales se explican a continuación.<sup>33</sup>

##### 1. Cámara de Recepción

Permite almacenar y homogenizar el agua a tratar. En ésta cámara se retienen los sólidos que no son biodegradables a partir del uso de una canasta plástica o en acero inoxidable. El flujo de aguas servidas se lleva a cabo a partir de la acción de una bomba sumergible, la cual permite trasladar el agua al tanque Biofiltro a través de una tubería y un aspersor.

##### 2. Tanque Biofiltro

Este tanque está compuesto por diferentes capas filtrantes (lombrices, microorganismos, enzimas, materia orgánica y lecho filtrante) diseñadas de acuerdo a las características del agua a tratar. Cuando las aguas servidas se vierten en el tanque Biofiltro, las lombrices, los microorganismos, las enzimas y la materia orgánica realizan el primer filtrado del agua degradando los residuos sólidos orgánicos, principalmente por la acción de las lombrices (estas capas deben contar con un sistema de ventilación). Posterior a esto, el agua pasa por un filtrado adicional en una cama de piedra lo que permite obtener agua libre de contaminantes y

---

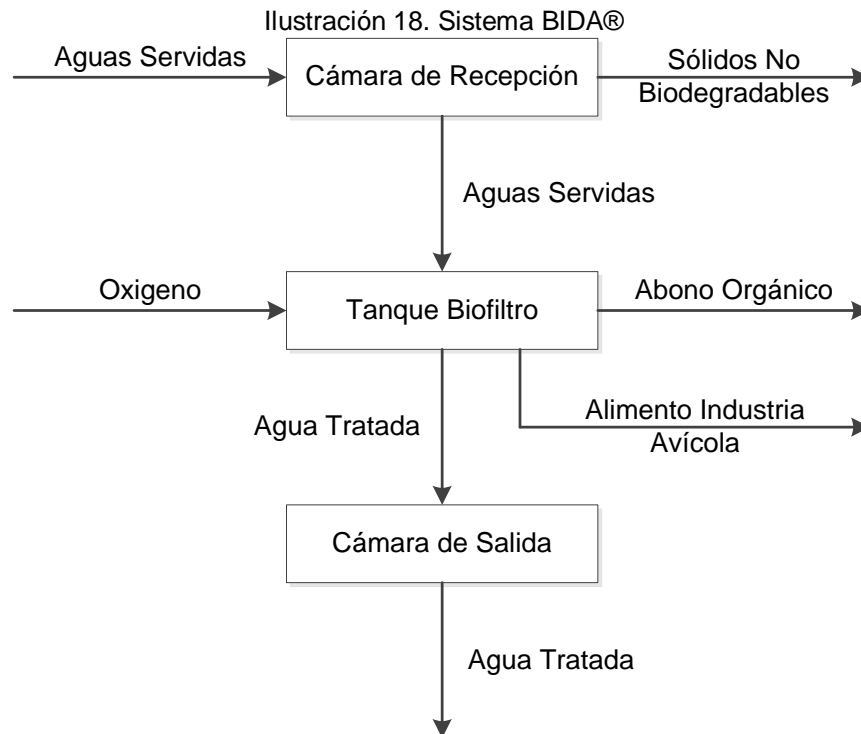
<sup>33</sup> AMÉRICA ECONOMÍA – FAUNDES BERKHOFF, Arly. Lombrices Purificadoras. [En línea]; [03 de Marzo de 2014], Disponible en: [http://www.biofiltro.cl/PDF/BioFiltro\\_America\\_y\\_Economia.pdf](http://www.biofiltro.cl/PDF/BioFiltro_America_y_Economia.pdf)

reutilizable (no para el consumo humano). Es importante mencionar que el flujo de agua en el interior de este tanque se lleva a cabo gracias a la acción de la gravedad. Además del tratamiento del agua, este tanque genera abono orgánico (humus) y gracias a la activa reproducción de las lombrices pueden ser vendidas como alimento para la industria avícola.

### 3. Cámara de Salida

Componente opcional del sistema, pues su instalación depende de los requerimientos del cliente, es decir, de su intención en la disposición del agua ya que el agua tratada puede ser utilizada en jardines, sanitarios, plantaciones agrícolas y para procesos de limpieza. La cámara de salida permite la recolección y almacenamiento del agua tratada.

Este sistema requiere de un tiempo (entre un mes y un mes y medio) de adaptación para permitir su máximo rendimiento en el tratamiento de aguas servidas. Por otra parte, para garantizar el correcto funcionamiento del sistema se debe realizar mantenimiento una vez al año, el cual consiste en retirar los primeros quince centímetros del contenido del Tanque Biofiltro, lugar en donde se produce el abono orgánico y reemplazarlo con material nuevo, además se deben retirar los sólidos no biodegradables filtrados en la Cámara de Recepción. Este sistema se puede adaptar teniendo en cuenta las necesidades del cliente, pues es posible aplicarlo en diferentes escalas, desde un sistema para familias de 4 a 6 personas, hasta una planta de tratamiento para condominios de múltiples unidades. A continuación, en la ilustración 18, se puede observar el funcionamiento del Sistema BIDA®.



Fuente: Adaptado por el Autor de Juan Carlos Guáqueta – CEO AcuaCare S.A.S.

#### 4.3. COMPARACIÓN MÉTODO ACTUAL VERSUS MÉTODO PROPUESTO

La decisión sobre que método de tratamiento de aguas servidas utilizar depende de diferentes factores, como la capacidad que tiene el sistema, la eficiencia de éste respecto a las características de la comunidad, el tamaño de la comunidad, entre otras. Dicha decisión puede ser influenciada por las ventajas y desventajas del método, ya que pueden alinearse o ir en contra de los intereses del cliente, respectivamente. A continuación, en la tabla 8, se pueden observar las ventajas y desventajas más relevantes de los métodos de tratamiento de aguas servidas.

Tabla 8. Método Actual vs Método Propuesto

MÉTODO		VENTAJAS	DESVENTAJAS
ACTUAL	Pozo Séptico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Soporta una comunidad máximo de cincuenta personas.</li> <li>- Permite tratar las aguas servidas y así irrigarlas en un campo de infiltración o lecho filtrante.</li> <li>- Diferentes proveedores cuentan con este sistema de tratamiento de aguas servidas en su portafolio de productos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Requiere el uso de químicos en su operación (óxido de calcio).</li> <li>- Genera gases, olores y residuos (lodo).</li> <li>- No es móvil.</li> <li>- El sistema es más complejo debido a los componentes que lo integran.</li> <li>- Al hacer uso de este método no se puede utilizar el agua tratada.</li> <li>- Costo eléctrico alto.</li> </ul>
	Planta de Tratamiento (Lodos Activos)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El agua tratada puede ser utilizada en el cuidado de plantas de jardín y en pasto destinado a ganadería cuando el terreno está en fase de recuperación.</li> <li>- Diferentes proveedores cuentan con este sistema de tratamiento de aguas servidas en su portafolio de productos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Requiere el uso de químicos en su operación (óxido de calcio).</li> <li>- Genera gases, olores y residuos (lodo).</li> <li>- No es móvil.</li> <li>- El sistema es más complejo debido a los componentes que lo integran.</li> <li>- Costo eléctrico alto.</li> </ul>
PROPUESTO	Sistema BIDA®	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El sistema se puede adaptar al tamaño de la comunidad.</li> <li>- Genera dos subproductos, alimento para la industria avícola y abonos orgánicos.</li> <li>- No genera gases ni olores.</li> <li>- Su costo eléctrico es bajo.</li> <li>- El agua tratada puede ser utilizada en el cuidado de plantas de jardín, lavado de utensilios y en el cuidado de plantaciones agrícolas.</li> <li>- No genera lodos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Solo un proveedor con licencia de exclusividad de uso del sistema en el territorio colombiano.</li> </ul>

Fuente: Autor

Teniendo en cuenta la información consignada en la tabla 8, el pozo séptico permite tratar aguas servidas de comunidades que no excedan las cincuenta personas, pero su eficiencia es mínima debido a que el agua tratada debe ser irrigada en un campo de infiltración o lecho filtrante, es decir, no existe la opción de reutilizar el agua. Además, genera residuos (lodos) en su operación, los cuales deben ser retirados por personal especializado y vertidos en un relleno sanitario para no contaminar el ambiente, esto se hace en el mantenimiento del pozo el cual debe ser desocupado en su totalidad debido a que dichos residuos se sedimenta en el interior de éste. Por otra parte, gracias a la utilización de químicos en el proceso de tratamiento de aguas servidas (como óxido de calcio, para neutralizar la acidez del agua) se generan algunos gases y olores perjudiciales para la salud de la comunidad que hace uso de dicho método y los seres vivos a su alrededor, es por esto que la ubicación (fija) del pozo debe tener en cuenta que el flujo de aire sea en dirección opuesta a las instalaciones de la comunidad. El pozo séptico se debe complementar con una trampa de grasas para efectuar el tratamiento del agua y en algunos casos con una laguna de estabilización, lo que hace más complejo el sistema y eleva los costos eléctricos pues el flujo de agua entre cada componente se realiza gracias a la acción de una bomba sumergible. Como se explico anteriormente, la segunda opción utilizada actualmente para el tratamiento de aguas servidas en campamentos petroleros en Colombia, es un complemento del pozo séptico. Si bien tiene las mismas desventajas, esta alternativa permite hacer uso del agua tratada en algunas actividades.

Finalmente, el Sistema BIDA® (método propuesto), cuenta con diferentes ventajas que lo hacen sobresalir entre los sistemas de tratamiento de aguas servidas existentes, debido a que genera algunos subproductos como consecuencia del tratamiento de aguas servidas (abono orgánico y alimento para la industria avícola), no genera gases ni olores, el flujo de agua entre componentes del sistema se lleva a cabo gracias a la acción de una bomba sumergible que comunica la Cámara de Recepción con el Tanque Biofiltro, del cual sale el agua tratada gracias a la acción de la gravedad y es almacenada en una Cámara de Salida. Además, el sistema se puede adaptar a comunidades de diferentes tamaños (número de individuos) y características. Este sistema no genera residuos y el agua tratada puede ser utilizada en diferentes actividades. Sin embargo, en Colombia existe sólo una empresa que maneja dicho método debido a que cuenta con una licencia de exclusividad de uso de éste en el territorio colombiano, a diferencia de los métodos utilizados actualmente, lo que hace que se deba recurrir a esta empresa en caso de fallas, mantenimiento o novedades (cambios en el sistema), al hacer uso del Sistema BIDA®.



## 5. DISEÑO Y CADENA DE SUMINISTROS DE LA PROPUESTA

El proceso de desarrollo de un producto empieza a partir de la identificación de las necesidades y requerimientos del cliente, esto con el fin de elaborar un producto que permita dar respuesta a dichas necesidades y expectativas las cuales se encuentran enmarcadas en la situación actual o contexto en el cual se desenvuelve el cliente. Teniendo en cuenta dicha información, el escenario actual de la empresa y la competencia, se procede a generar conceptos para el diseño del producto el cual se pueda poner a prueba (modelos y prototipos) y así determinar su efectividad, traducida en la satisfacción del cliente.<sup>34</sup>

Después de definir el diseño del producto, se procede a caracterizar la cadena de suministros estableciendo cada una de las actividades que dan lugar a la elaboración del producto, es decir, aquellas actividades de planeación, aprovisionamiento, manufactura, distribución y devolución de materias primas y producto terminado, teniendo en cuenta el flujo de información (requerimientos y necesidades) entre los proveedores, la Empresa y los clientes.

El levantamiento de información realizado para obtener las necesidades y requerimientos de un campamento petrolero respecto al diseño de la estructura móvil de una planta de tratamiento de aguas servidas, se llevo a cabo a partir de una sesión de preguntas al Ingeniero Héctor Cañas, ex funcionario de una empresa de petróleo, dichas preguntas se pueden consultar en el Anexo D. De esta manera, se establecen los requisitos para el diseño del producto. Posterior a esto, se plantea el concepto del diseño el cual involucra el plano y materiales a utilizar, con el propósito de brindar a la Empresa una propuesta de valor. Finalmente, se propone la cadena de suministros del producto junto a algunos indicadores que medirán su desempeño.

### 5.1. DESARROLLO DEL PRODUCTO

Con el fin de realizar las actividades de exploración y perforación de pozos petroleros, las empresas de este sector deben establecer campamentos para garantizar el bienestar de la comunidad encargada de dichas actividades. En Colombia, estos campamentos se encuentran fuera del área de cobertura del sistema de alcantarillado lo cual representa un riesgo para el ambiente, por tal motivo y para cumplir con la normatividad colombiana (Decreto 3930 de 2010) es importante implementar métodos que permitan manejar y disponer adecuadamente las aguas servidas y los residuos industriales generados por dichos campamentos. Actualmente, el método utilizado por los campamentos petroleros en Colombia, para el tratamiento de aguas servidas, consiste en el uso de un pozo séptico o una planta de tratamiento (lodos activos) teniendo en cuenta diferentes disposiciones explicadas en la sección 4.1., del capítulo cuatro. Es importante mencionar que al hacer uso de este método se deben realizar procesos de mampostería para la elaboración de sus componentes, los cuales tienen una ubicación fija en el campamento, haciendo que no se puedan reutilizar a la hora del traslado del campamento (lo que ocurre aproximadamente una vez al año). Este escenario presenta una oportunidad para la Empresa AcuaCare S.A.S., a partir del diseño de una planta de tratamiento de aguas servidas móvil que responda a las actividades domésticas del día a día de la comunidad del campamento petrolero. A continuación,

---

<sup>34</sup> ULRICH, Karl T. – EPPINGER, Steven D. Diseño y Desarrollo de Productos: Enfoque Multidisciplinario. Tercera Edición. Editorial McGraw Hill. Págs. 2 – 10

en la tabla 9, se muestra un concepto preliminar del producto a desarrollar por la Empresa, teniendo en cuenta la situación actual.

Tabla 9. Concepto Preliminar del Producto a Desarrollar

CONCEPTO	DEFINICIÓN
Descripción del Producto	Planta móvil para el tratamiento de aguas servidas a partir del uso del Sistema BIDA®, la cual se adapte a la necesidad y a los requerimientos del mercado objetivo.
Mercado Potencial	Campamentos Petroleros en Colombia.
Necesidad	Cumplir con la normatividad colombiana y dar solución al problema de recolección y tratamiento de aguas servidas.
Postulados	Planta móvil Sistema BIDA® para el tratamiento de aguas servidas Fácil de manejar e instalar Bajo costo de operación

Fuente: Autor

A partir de la información consignada en la tabla 9, se procede a realizar el proceso de desarrollo del producto, del cual se obtendrá un concepto que agrupará los requerimientos y la necesidad del cliente, la capacidad de la Empresa y el contexto en el que se desenvuelven.

#### 5.1.1. Necesidades y Requerimientos del Cliente

El producto se debe enfocar en la necesidad y en los requerimientos del cliente, es por esto que se deben tener en cuenta en la etapa de diseño. El mercado objetivo para este frente de negocio de la Empresa AcuaCare S.A.S., son los campamentos petroleros en Colombia, los cuales deben contar con un método de recolección y tratamiento de aguas servidas, con el fin de cumplir la normatividad colombiana y minimizar los riesgos de contaminación del ambiente. A continuación, se explican los requerimientos del cliente, los cuales nacen a partir de la necesidad de cumplir con la normatividad colombiana en cuanto a la recolección y tratamiento de aguas servidas (Decreto 3930 de 2010).

- El sistema de tratamiento debe responder al tamaño y características de la comunidad, es decir, la efectividad del sistema de tratamiento de aguas servidas no se debe ver comprometida por el caudal generado por la comunidad ni por el tipo de dieta de los usuarios y así responder a la necesidad identificada.
- La planta de tratamiento debe ser fácil de manejar y no representar gastos extra de capacitación de personal para su uso y mantenimiento. Además debe contar con un factor de seguridad para los usuarios.
- El mantenimiento de la planta de tratamiento debe ser fácil de realizar y no debe significar ningún tipo de riesgo para el personal que lo haga, además los costos de manejo y disposición de los residuos generados deben ser mínimos
- La planta de tratamiento debe producir pocos olores en su operación para no perjudicar a la comunidad a su alrededor.
- El riesgo de falla debe ser mínimo, es decir, debido a la ubicación de los campamentos petroleros y la disponibilidad de recursos, los componentes de la planta deben ser fáciles de reemplazar si llegarán a fallar.

- La planta de tratamiento debe tener bajo consumo de energía y así no comprometer la fuente de energía del campamento petrolero.
- La planta de tratamiento debe responder a las condiciones de movilidad de los campamentos petroleros y así poder utilizarla en una nueva ubicación.

Haciendo uso de la información anterior se procede a elaborar una matriz de ponderación de criterios, presentada en la tabla 10, con el fin de identificar los requerimientos más significativos para el cliente y así responder a ellos a partir del diseño de la planta. En la escala de calificación definida para la elaboración de esta matriz el cinco indica que un criterio es significativamente más importante que otro, mientras que el dos establece que uno es más importante que el otro y finalmente el uno representa igualdad de importancia entre los criterio.

Tabla 10. Matriz de Ponderación de Requerimientos del Cliente

	REQUERIMIENTOS	1	2	3	4	5	6	7	TOTAL	PORCENTAJE
1	El sistema de tratamiento debe responder al tamaño y características de la comunidad		5	5	2	2	2	1	17	31,8%
2	La planta de tratamineto debe ser fácil de manejar	1/5		1	1	2	2	1	7,2	13,5%
3	El mantenimiento de la planta de tratamiento debe ser fácil de realizar	1/5	1		1	1	2	1	6,2	11,6%
4	La planta de tratamiento debe producir pocos olores en su operación	1/2	1	1		1/2	1/2	1/2	4	7,5%
5	El riesgo de falla debe ser mínimo	1/2	1/2	1	2		1	1	6	11,2%
6	La planta de tratamiento debe tener bajo consumo de energía	1/2	1/2	1/2	2	1		1/2	5	9,4%
7	La planta de tratamiento debe responder a las condiciones de movilidad de los campamentos petroleros	1	1	1	2	1	2		8	15,0%
<b>TOTAL</b>		2,9	9	9,5	10	7,5	9,5	5	53,4	100%

Fuente: Autor

Como se observa en la matriz, el requerimiento más importante a tener en cuenta en el proceso de diseño es el número uno, ya que está directamente relacionado con la necesidad identifica. En segundo lugar, se encuentra el requerimiento dos, pues la opción de trasladar la planta y poder hacer uso de ésta en las diferentes ubicaciones de un campamento petrolero es de gran interés para el cliente. Por otra parte, los requerimientos dos y tres, los cuales se encuentran relacionados entre sí ya que al facilitar el uso de la planta es posible facilitar su mantenimiento, se encuentran en tercer y cuarto lugar, respectivamente. En quinto lugar, se observa el requerimiento cinco, ya que si un componente llega a fallar es importante que se reemplace inmediatamente, por lo tanto en el proceso de diseño se debe pensar en materiales disponibles en el mercado. El requerimiento seis se encuentra en sexto lugar, debido a que es importante que el uso de energía por parte de la planta, de aquella disponible para las actividades del campamento, sea mínimo. Finalmente, en la posición siete está el requerimiento cuatro, éste criterio junto al anterior dependen del sistema de tratamiento de aguas servidas utilizado.

### 5.1.2. Especificaciones del Producto

En el proceso de desarrollo del producto es importante definir las especificaciones o requerimientos de ingeniería para su elaboración con el fin de determinar los lineamientos necesarios a partir de los cuales el producto podrá cumplir la necesidad y los requerimientos del cliente. A continuación, es posible observar los criterios mínimos del producto a tener en cuenta para el diseño de la propuesta.

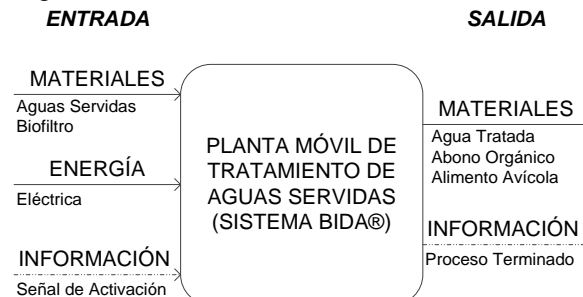
- El sistema de tratamiento debe adaptarse al tamaño de la comunidad y su efectividad no se debe ver comprometida por el diseño de la planta.
- Para garantizar la efectividad del sistema en el tratamiento de aguas servidas, es importante que ésta sea vertida de manera uniforme en el tanque responsable del tratamiento del agua.
- Los materiales utilizados en el diseño deben soportar el peso de los componentes del dispositivo.
- El montaje del sistema no debe tener grados de libertad al estar instalado (seguridad de montaje), con el fin de garantizar el bienestar de los usuarios.
- El montaje debe ser resistente a condiciones ambientales corrosivas.
- Es importante instalar dispositivos a prueba de error (poka yoke) para facilitar la operación o mantenimiento del dispositivo.
- El sistema debe ser fácilmente manipulable con el fin de permitir su movilidad.

Las especificaciones preliminares de ingeniería del producto nacen a partir de la necesidad y de los requerimientos del cliente y permiten establecer un marco de referencia para la definición del concepto del producto, facilitando la estructuración de éste.

### 5.1.3. Definición del Concepto

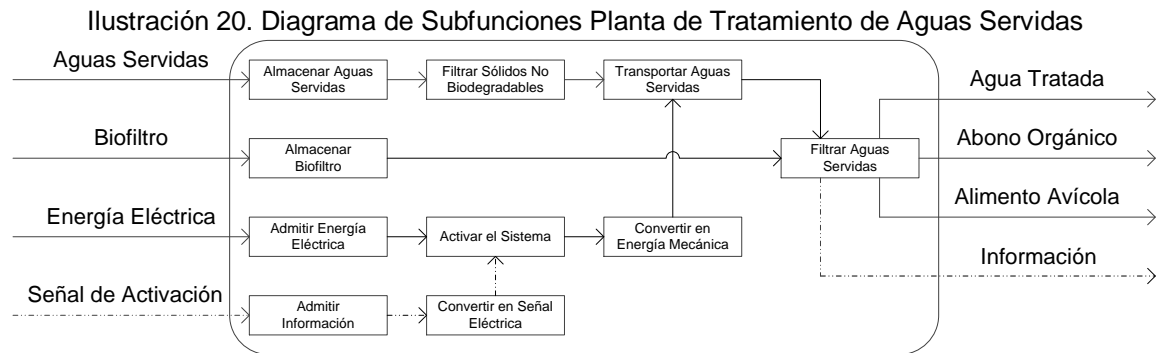
Con el fin de definir el concepto del producto, es importante determinar cada una de las actividades ejecutadas por éste que dan lugar a la satisfacción de las necesidades expresadas por el cliente. Por lo tanto, teniendo en cuenta las fortalezas y oportunidades de la Empresa y siendo consecuente con las estrategias utilizadas por ésta, se procede a definir la estructura móvil haciendo uso del diseño actual del sistema orientado a viviendas de entre 4 y 6 personas (filtro personal). Es importante entender el funcionamiento del dispositivo con el fin de no afectar la funcionalidad y efectividad del mismo en el tratamiento de aguas servidas, con el diseño propuesto. A continuación, en la ilustración 19, es posible observar el diagrama de funciones de la planta.

Ilustración 19. Diagrama de Funciones Planta de Tratamiento de Aguas Servidas



Fuente: Autor

En la ilustración 19, es posible observar las entradas y salidas del sistema, las cuales no se pueden modificar con la propuesta debido a que estas se encuentran directamente relacionadas con el funcionamiento de la planta. Con el fin de profundizar en las funciones de la planta, a continuación se muestra la ilustración 20, la cual presenta el diagrama de subfunciones en dónde intervienen las entradas (materiales – energía – información) y así dar lugar a las salidas (materiales – información).



Fuente: Autor

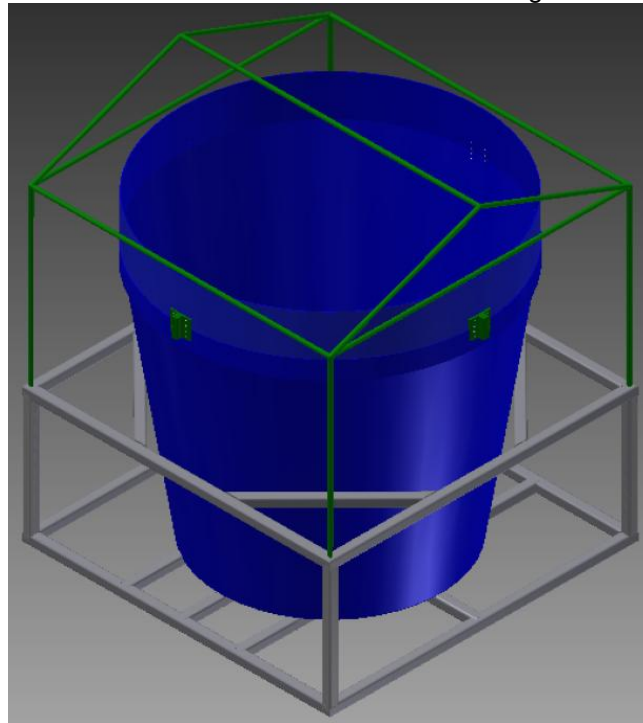
A partir de la ilustración 20, es posible identificar cada una de las subfunciones llevadas a cabo por una planta de tratamiento de aguas servidas para tratar el agua haciendo uso del sistema BIDA®. A continuación, se explican los componentes y/o materiales utilizados actualmente por la Empresa AcuaCare S.A.S. en el diseño de la planta, con el fin cumplir con la función principal del dispositivo.

- Tanque de Almacenamiento. Actualmente, la Empresa hace uso de tanques convencionales de almacenamiento de agua como cámara de recepción y como tanque Biofiltro, para almacenar las aguas servidas generadas por la comunidad y los componentes del Biofiltro (lombrices – microorganismos – material orgánico – lecho filtrante), respectivamente. Las dimensiones del tanque utilizado para la cámara de recepción varían según el tamaño de la comunidad, mientras que el tanque utilizado para el tanque Biofiltro es un tanque con una capacidad de 2000 litros el cual resiste el peso de los componentes de éste (entre 900 kilogramos y 1100 kilogramos) y tiene una capacidad de tratamiento de 900 litros/día. El Tanque Biofiltro, es protegido en su interior con un geotextil (impermeable) con el fin de evitar fugas del fluido. Éste tanque filtra las aguas servidas con ayuda de la acción de la gravedad y el proceso finaliza cuando se obtiene el agua tratada y disponible para ser reutilizada en las actividades mencionadas en la sección 4.3. del capítulo cuatro.
- Bomba Sumergible para Aguas Servidas. Esta bomba se instala en el interior de la cámara de recepción y a partir de una señal emitida por un flotador instalado en la parte superior de ésta (para controlar el nivel de agua en el interior de la cámara de recepción), se habilita el paso de aguas servidas hacia el tanque Biofiltro. La potencia de la bomba varía según el caudal suministrado.
- Canasta para la Recolección de Sólidos no Biodegradables. Es una canasta instalada en la parte superior de la cámara de recepción la cual permite filtrar aquellos sólidos no biodegradables que afectan negativamente el desempeño de la planta. La canasta utilizada es de cualquier material anticorrosivo.

- Tubería en PVC. El fluido es transportado desde la cámara de recepción por medio de la acción de una bomba sumergible (la cual transforma la energía eléctrica en energía mecánica) y tuberías de PVC de una y tres octavos de pulgada, para verter las aguas servidas en el tanque Biofiltro haciendo uso de un aspersor con el fin de que esta actividad se realice de manera uniforme en todo el tanque y así cumplir con los requerimientos del Sistema BIDA® en el tratamiento de aguas servidas.

Una planta de tratamiento de aguas servidas que hace uso del Sistema BIDA® debe contar con dos componentes indispensables, una cámara de recepción y un tanque Biofiltro, mientras que la cámara de salida es un componente opcional, pues su utilización depende de los requerimientos del cliente. Teniendo en cuenta el diseño de las plantas de tratamiento de aguas servidas elaboradas por la Empresa AcuaCare S.A.S., actualmente, las cuales se ensamblan haciendo uso de diferentes elementos disponibles en el mercado, como se menciona anteriormente. De esta manera, se procede a adaptar una estructura al componente principal de dicho diseño (tanque Biofiltro) que permita la movilidad de éste y cumpla con la necesidad y con los requerimientos del cliente. A continuación, en la ilustración 21, se muestra la propuesta de diseño de la estructura móvil para una planta de tratamiento de aguas servidas, la cual hace uso del Sistema BIDA®.

Ilustración 21. Planta Móvil de Tratamiento de Aguas Servidas



Fuente: Autor

El proceso de diseño se enfoca en la estructura móvil para el tanque Biofiltro, debido a que en este tanque es en donde ocurre la operación principal de la planta (tratamiento de las aguas servidas suministradas) y es posible adaptarlo al tamaño de la comunidad pues un tanque de este tipo tiene una capacidad de 900 l/día permitiendo tratar las aguas servidas de una comunidad de seis personas, aproximadamente. De esta manera, el cliente tiene la posibilidad de adquirir tantos

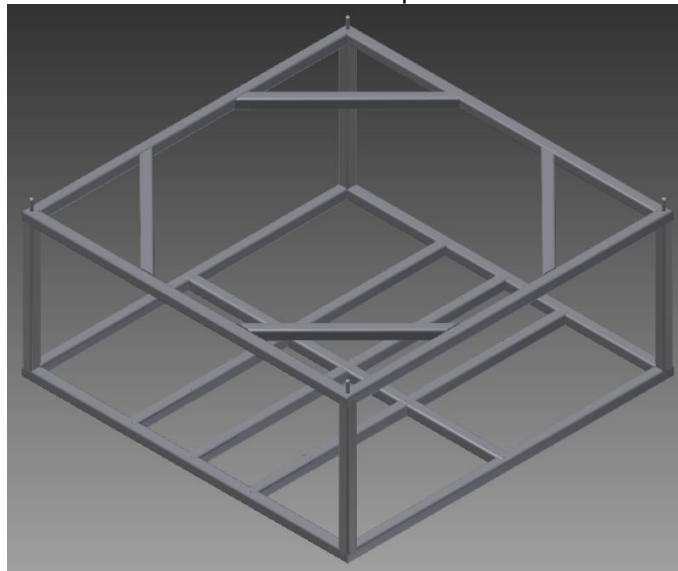
módulos o tanques Biofiltro como sea necesario para tratar las aguas servidas generadas por la comunidad del campamento petrolero. Además, este sistema puede tratar las aguas servidas de comunidades con diferentes características en su dieta, modificando las proporciones de sus componentes (lombrices – encimas – material orgánico – lecho filtrante).<sup>35</sup>

El diseño de la estructura móvil de la planta se puede dividir en dos elementos, un soporte y una carpa de protección. Además se diseñó un cartucho para facilitar el mantenimiento del tanque Biofiltro. Dichos elementos se explican a continuación.

#### 1. Soporte.

Este componente permite darle movilidad a la planta, es por esto que a la hora de proponer materiales para su diseño es importante tener en cuenta que el soporte debe ser liviano con el fin de no aumentar en gran proporción el peso del módulo y así facilitar el cambio de ubicación del dispositivo. En la ilustración 22 se muestra el diseño propuesto para el soporte, éste cuenta con cuatro barras (tres paralelas y una perpendicular) en la parte inferior las cuales tendrán la carga directamente sobre ellas y deben soportar el peso del tanque Biofiltro sin romperse o deformarse (teniendo en cuenta las tolerancias establecidas de acuerdo al material). La parte superior, cuenta con cuatro barras ubicadas en diagonal con el fin de fijar el tanque a la estructura y minimizar los grados de libertad de éste traducidos en la eliminación de riesgo de accidente para la comunidad. Gracias al diseño del soporte, el tanque Biofiltro puede ser manipulado fácilmente por un brazo hidráulico y así cambiar su ubicación. Finalmente, cuenta con unas barras verticales en los extremos de la parte superior, las cuales permiten ajustar la carpa de protección al soporte.

Ilustración 22. Soporte



Fuente; Autor

Teniendo en cuenta el diseño planteado, se procede a proponer un material para su elaboración, considerando los criterios y su ponderación, mostrados en la tabla 11. La escala de

<sup>35</sup> JUAN CARLOS GUÁQUETA. CEO AcuaCare S.A.S. 2013

calificación utilizada para la elaboración de esta matriz es la misma utilizada para la elaboración de la matriz presentada en la tabla 1.




Tabla 11. Criterios para la Selección de Material

	CRITERIO	1	2	3	4	5	6	TOTAL	PORCENTAJE
1	Disponibilidad en el Mercado		1/5	1/2	1	1	1/2	3,2	8,2%
2	Fácil de Transportar y Manipular	5		1	1	1	2	10	25,7%
3	Adaptación del Material al Diseño	2	1		1/5	1	2	6,2	15,9%
4	Peso del Material (Mínimo)	1	1	5		1	2	10	25,7%
5	Costo de Elaboración de la Estructura (Mínimo)	1	1	1	1		1	5	12,9%
6	Resistencia a Condiciones Ambientales Corrosivas	2	1/2	1/2	1/2	1		4,5	11,6%
<b>TOTAL</b>		11	3,7	8	3,7	5	7,5	38,9	100,0%

Fuente: Autor

Haciendo uso de los criterios para la selección de materiales mencionados anteriormente, se elabora una matriz de priorización, presentada en la tabla 12, con el fin de identificar el material que se ajuste en mayor proporción a los requerimientos del diseño. Para desarrollar dicha matriz se estableció una escala de calificación en donde 1 indica el no cumplimiento del criterio, 2 representa el cumplimiento parcial del criterio y 5 muestra el cumplimiento total del criterio.

Tabla 12. Matriz de Priorización de Materiales para el Soporte

	MATERIALES	CRITERIOS						PUNTAJE	PORCENTAJE
		1	2	3	4	5	6		
A	PVC	5	5	2	5	1	5	4,01	 37,72%
B	Acero Estructural A36	5	5	5	5	2	1	4,15	 39,08%
C	Mampostería (Ladrillos + Cemento)	5	1	2	1	5	5	2,47	 23,20%
<b>TOTAL</b>								10,62	100,0%

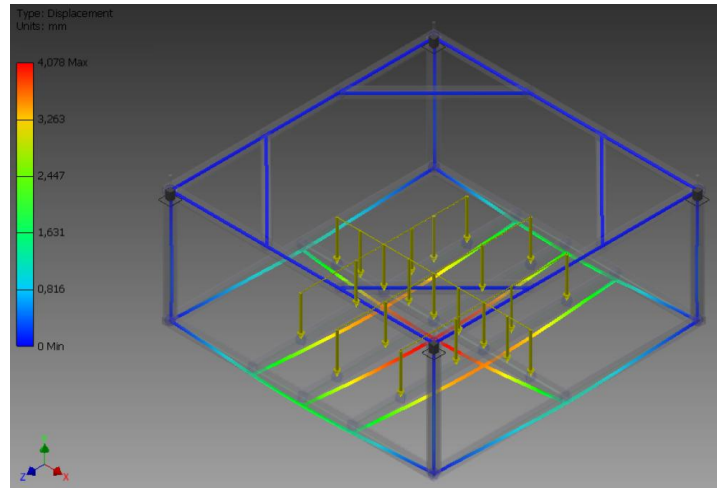
Fuente: Autor

A partir de la información de la tabla 12, es posible concluir que el material que se adapta en mayor proporción al diseño es el Acero Estructural A36, debido a que se encuentra fácilmente en el mercado, igualmente al elaborar la estructura con este material se puede manipular y transportar con facilidad. Este material se adapta al diseño pues permite ser moldeado según sus especificaciones, además al utilizar barras de este tipo y según el diseño la estructura no agrega peso en gran proporción al dispositivo. Finalmente, el costo de elaboración de un elemento a partir del uso de este material no es elevado en comparación con otros materiales. Sin embargo, el material no cuenta con propiedades anticorrosivas lo cual afecta al producto en general, pero se pueden llevar a cabo diferentes procesos sobre éste con el fin de atribuirle dicha propiedad. Por otra parte, para verificar si el material seleccionado soporta el peso del tanque Biofiltro sin romperse se procede a realizar un análisis de esfuerzos al cual se encuentra sometido el material. A continuación, en la ilustración 23 y 24 es posible observar la fuerza



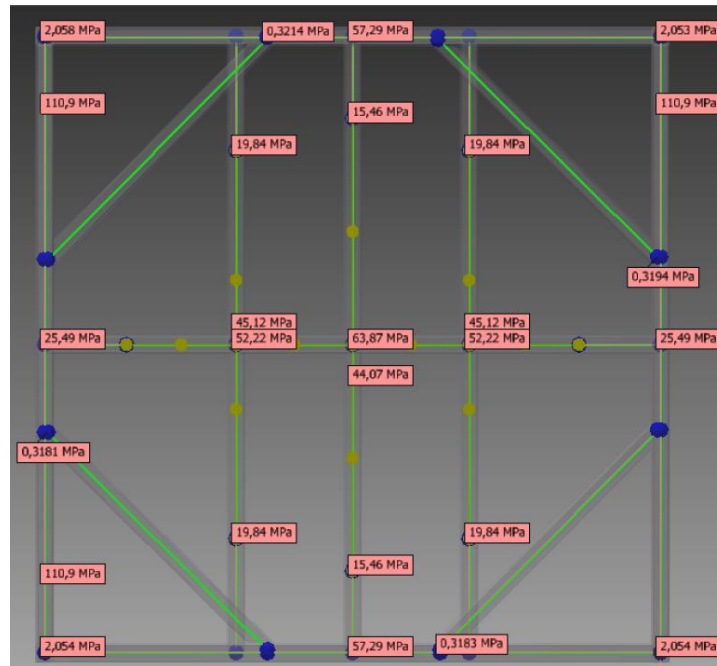
aplicada sobre la estructura junto con la deformación del material y la presión generada sobre diferentes puntos, respectivamente.

Ilustración 23. Simulación de Esfuerzos



Fuente: Autor

Ilustración 24. Esfuerzos



Fuente: Autor

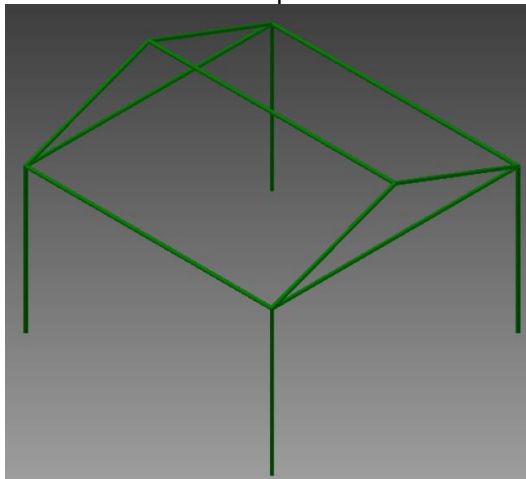
El cálculo de la fuerza ejercida por unidad de medida lineal se hizo con el supuesto de que el tanque Biofiltro pesa 1100 kilogramos (peso máximo) con el fin de identificar el esfuerzo del material al ser sometido a una presión máxima. La fuerza a la cual se encuentra sometida la estructura es uniforme en la sección en forma de círculo mostrada en la ilustración 23, con una magnitud de 10.780 N sobre una longitud de 4.327,224 milímetros (sumatoria de las longitudes

de las secciones de las barras que soportan el tanque) para un total de 2,49 N/mm. Haciendo uso de esta información, se procede a realizar una simulación en el programa Autodesk Inventor Professional 2015, en donde se observa que las barras que soportan el tanque Biofiltro pueden deformarse una medida máxima de cuatro milímetros cuando se levanta el dispositivo (ilustración 23) pero regresa a su estado inicial al ubicarse sobre una superficie plana. Por otra parte, el esfuerzo máximo ejercido en algunos puntos de la estructura es de 63,87 MPa (esta información se puede verificar en la ilustración 24) magnitud que no supera el esfuerzo último ni el esfuerzo de fluencia del material, por lo tanto no se rompe ni se deforma permanentemente.<sup>36</sup>

## 2. Carpa de Protección.

Este elemento se diseñó con el fin de brindar protección al tanque Biofiltro y contribuir al funcionamiento de éste. Como se mencionó anteriormente, el soporte cuenta con unas barras verticales en los extremos de la parte superior, los cuales permiten fijar la carpa de protección. Es importante mencionar que las cuatro caras laterales de este elemento se encuentra protegidas con una geomalla con el fin de permitir el ingreso de oxígeno al sistema, mientras que la parte superior o techo está cubierta con un geotextil para minimizar la entrada de aguas lluvia al sistema (estas facilitan el proceso de tratamiento de las aguas servidas, sin embargo es importante disminuir el riesgo de inundación del tanque). Además, la carpa de protección evita el ingreso de pájaros en busca de alimento al tanque Biofiltro, en donde hay lombrices principal componente de dicho tanque. A continuación, en la ilustración 25, se muestra el diseño propuesto del componente dos de la estructura.

Ilustración 25. Carpa de Protección



Fuente: Autor

Teniendo en cuenta el diseño de la carpa y los criterios de selección de material, definidos en la tabla 11, se procede a elaborar una matriz de priorización, mostrada en la tabla 13, con el fin de identificar el material que mejor se acomode a las características mencionadas anteriormente. La escala de calificación utilizada en esta matriz, es la misma utilizada en la matriz de priorización de materiales para el soporte, presentada en la tabla 12.

<sup>36</sup> HIBBELER, R. C. Mecánica de Materiales. Sexta Edición. Editorial Prentice Hall. Pág. 117

Tabla 13. Matriz de Priorización de Materiales para la Carpa de Protección

	MATERIALES	CRITERIOS						PUNTAJE	PORCENTAJE
		1	2	3	4	5	6		
<b>A</b>	PVC	5	5	5	5	5	5	5,00	🟢 47,06%
<b>B</b>	Acero Estructural A36	5	5	2	2	2	1	2,90	🟡 27,32%
<b>C</b>	Mampostería (Ladrillos + Cemento)	5	1	2	1	5	5	2,47	🔴 23,20%
<b>TOTAL</b>								10,37	97,6%

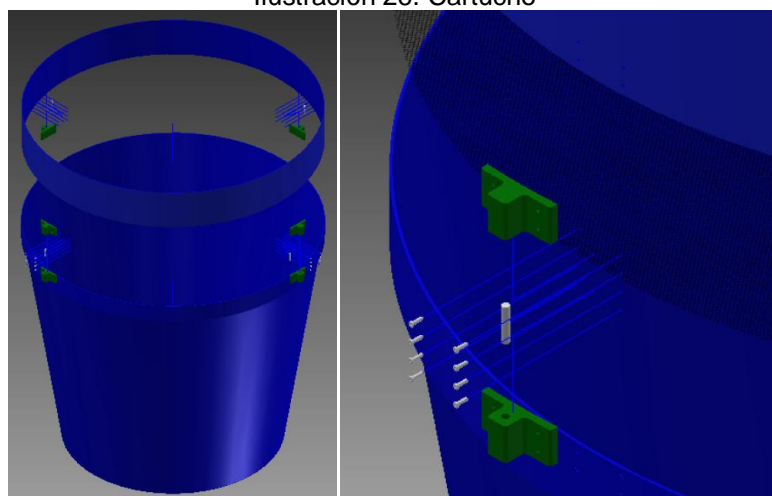
Fuente: Autor

La matriz de priorización muestra que el material que más se adapta a los criterios de disponibilidad (diferentes proveedores en el mercado), transporte y manipulación (es posible separarlo del soporte), diseño (fácil de manejar), peso (no agrega peso significativo al dispositivo), costo (diferentes precios en el mercado) y resistencia a condiciones ambientales (anticorrosivo) es el PVC. Debido a que este elemento no debe soportar ninguna carga no es necesario realizar un análisis de esfuerzos del material.

### 3. Cartucho.

El diseño del cartucho consiste en la modificación del tanque utilizado para almacenar los componentes del Biofiltro. Este elemento facilita el proceso de mantenimiento del sistema, pues se debe realizar un corte al tanque a 220 milímetros de la superficie superior para hacer de éste un elemento extraíble. En la parte inferior de este corte se debe colocar una malla de plástico la cual permita el movimiento de los componentes del Biofiltro y al levantar esta sección se puedan extraer los 150 milímetros superiores del Biofiltro, correspondientes al abono orgánico generado en un año (momento en el que se debe realizar el mantenimiento del sistema) y al alimento para la industria agrícola. Cabe mencionar que la esta malla tiene un agujero en el centro el cual permite el paso de la tubería y el aspensor ubicados en el eje del tanque. El diseño de este componente se muestra en la ilustración 26, presentada a continuación.

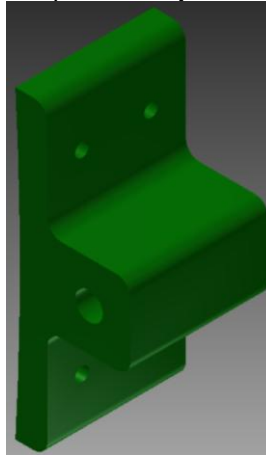
Ilustración 26. Cartucho



Fuente: Autor

Por otra parte, para poder anclar el cartucho al tanque se diseñó una pieza, la cual tiene forma de T y se adapta a la curvatura del tanque. Con el fin de anclar el cartucho al tanque se deben instalar cuatro piezas en el borde inferior y en el borde superior de cada uno, respectivamente, las cuales se deben ubicar formando una cruz, fijándolas con cuatro remaches. Esta pieza es un dispositivo a prueba de error (poka yoke) pues para anclar el cartucho al tanque se deben alinear las caras de las piezas con un agujero en su centro y así ubicarlas en el lugar correspondiente (eliminando los grados de libertad del cartucho) haciendo uso de una barra de acero inoxidable de 10 milímetros de diámetro y 50 milímetros de alto la cual encaja en los agujeros de las piezas (las dimensiones de dichos agujeros son 10 milímetros de diámetro y 25 milímetros de alto), como se muestra en la ilustración 24. El diseño de esta pieza se puede observar en la ilustración 27, mostrada a continuación.

Ilustración 27. Pieza para Anclaje de Tanque y Cartucho



Fuente: Autor

El material propuesto para esta pieza depende del tipo de proceso utilizado para su elaboración y los costos asociados, es decir, es posible elaborarlo en polietileno de alta densidad en un proceso de inyección, este material cumple con los criterios para la selección de material definidos en la tabla 11. Este proceso es muy útil a la hora de producir lotes grandes de esta pieza, pues se debe tener en cuenta el costo de elaboración del molde de la pieza. Otro proceso que permitiría la elaboración de esta pieza es el mecanizado, a partir del cual se pueden elaborar lotes pequeños de esta pieza en diferentes materiales (como Poliamida - Nilón<sup>37</sup>) que permitan cumplir los criterios previamente establecidos. Debido a que este elemento no debe soportar ninguna carga no es necesario realizar un análisis de esfuerzos del material.

Es importante mencionar que los planos de cada uno de los componentes mencionados anteriormente se encuentran en la sección de anexos (Anexo E, F y G). Finalmente, se muestra la tabla 14, la cual indica cómo se cumplen los requerimientos del cliente, es decir, si es a partir del diseño propuesto o del uso del Sistema BIDA® de la Empresa AcuaCare S.A.S.

<sup>37</sup> GOODFELLOW. Lista Alfabética de Materiales – Material para Mecanizado – Estado. [En línea]; [02 de Abril de 2014], Disponible en: <http://www.goodfellow.com/S/Material-para-mecanizado-Estado.html>

Tabla 14. Cumplimiento de los Requerimientos del Cliente

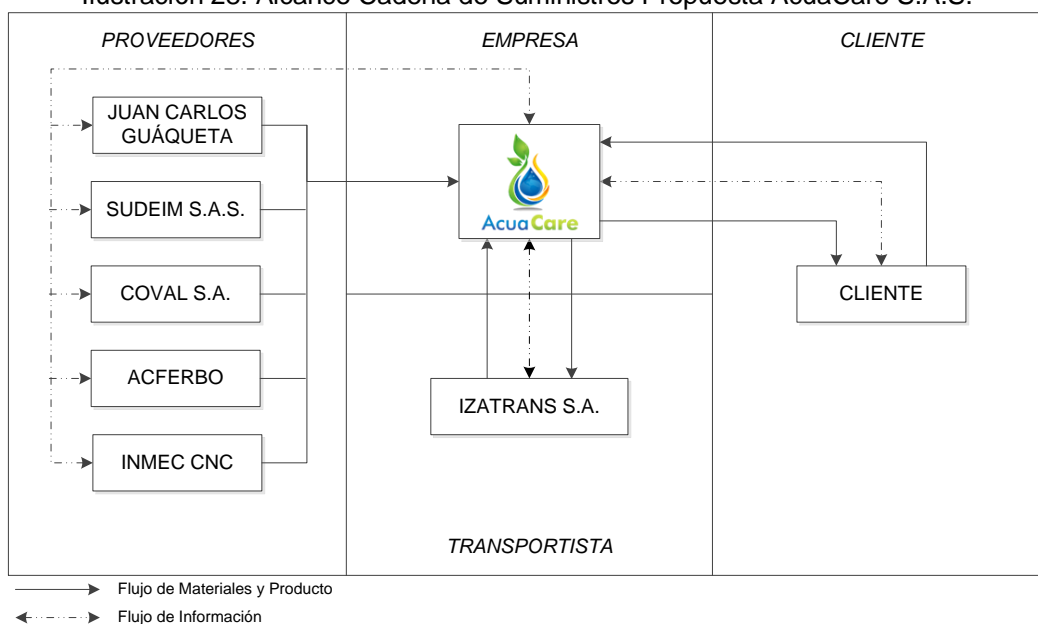
REQUERIMIENTOS	MÉTODO	CUMPLIMIENTO
El sistema de tratamiento debe responder al tamaño y características de la comunidad	Sistema modular adaptable a la comunidad que va a hacer uso de éste	✓
La planta de tratamiento debe ser fácil de manejar	Planta compuesta por tres elementos principales, gracias al uso del Sistema BIDA®	✓
El mantenimiento de la planta de tratamiento debe ser fácil de realizar	Tratamiento anual para retirar subproductos a partir del diseño de un cartucho extraíble	✓
La planta de tratamiento debe producir pocos olores en su operación	Garantizado por el uso del Sistema BIDA® de la Empresa AcuaCare S.A.S. (Anexo B)	✓
El riesgo de falla debe ser mínimo	Materiales propuestos disponibles en el mercado y ofrecidos por diferentes proveedores	✓
La planta de tratamiento debe tener bajo consumo de energía	Garantizado por el uso del Sistema BIDA® de la Empresa AcuaCare S.A.S. (Anexo B)	✓
La planta de tratamiento debe responder a las condiciones de movilidad de los campamentos petroleros	Diseño pensado en uso de materiales que respondan a criterios de disponibilidad, transporte y manipulación, diseño, peso, costo y resistencia a condiciones	✓

Fuente: Autor

## 5.2. CARACTERIZACIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTROS

Teniendo en cuenta el diseño del producto, se procede a caracterizar la cadena de suministros propuesta con el fin de identificar los eslabones involucrados en la entrega de materiales o componentes, transformación de éstos en producto terminado y su entrega al cliente. A continuación en la ilustración 28, se muestra el alcance de la cadena de suministros propuesta en donde se muestra la interacción entre los proveedores, la Empresa, el transportista y el cliente, a partir del flujo de información y producto o materiales.

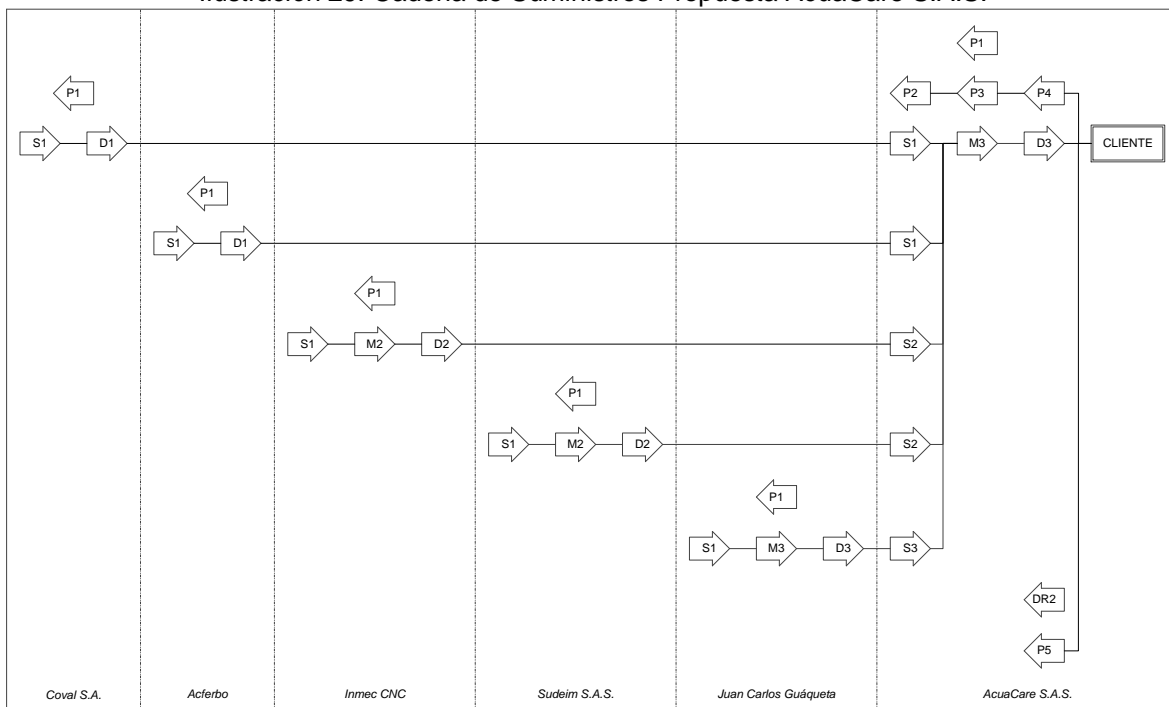
Ilustración 28. Alcance Cadena de Suministros Propuesta AcuaCare S.A.S.



Fuente: Autor

Para complementar la información de la ilustración 28 se hace uso del modelo SCOR para definir cada una de las actividades que se llevan a cabo en la cadena de suministros con el fin de presentarle a la Empresa AcuaCare S.A.S. una herramienta útil que le permita estandarizar los procesos que se llevan a cabo con el fin de elaborar el producto y ponerlo a disposición del cliente. En la ilustración 29, se presenta la cadena de suministros propuesta haciendo uso de los dos primeros niveles del modelo SCOR.

Ilustración 29. Cadena de Suministros Propuesta AcuaCare S.A.S.



Fuente: Autor

En la tabla 15, mostrada a continuación, se observan los procesos desarrollados en la cadena de suministros propuesta y establecidos por el modelo SCOR, con el fin de elaborar la planta de tratamiento de aguas servidas definida en la sección 5.1. del capítulo 5. Esta información permite entender más fácilmente la representación de la cadena de suministros de la ilustración 29.

Tabla 15. Procesos Cadena de Suministros Propuesta AcuaCare S.A.S.

MODELO SCOR	
NIVEL 1	NIVEL 2
Planeación	P1. Planeación de la Cadena de Suministros
	P2. Planeación del Aprovisionamiento
	P3. Planeación de la Manufactura
	P4. Planeación de la Distribución
	P5. Planeación de la Devolución
Aprovisionamiento	S1. Aprovisionamiento de Materiales de Almacenamiento
	S2. Aprovisionamiento de Materiales Fabricados Bajo Pedido
	S3. Aprovisionamiento de Materiales Fabricados por Ingeniería Bajo Pedido

MODELO SCOR	
NIVEL 1	NIVEL 2
Manufactura	M2. Manufactura Bajo Pedido
	M3. Manufactura por Ingeniería Bajo Pedido
Distribución	D1. Distribución de Productos Fabricados para Almacenamiento
	D2. Distribución de Productos Fabricados Bajo Pedido
	D3. Distribución de Productos Fabricados por Ingeniería Bajo Pedido
Devolución	DR2. Recepción de la Devolución de Productos para Mantenimiento

Fuente: Autor

Los procesos mencionados en la ilustración 29 y en la tabla 15 se explican a continuación, mostrando el responsable de cada uno de ellos y su interacción a partir del flujo de información, producto y/o materiales.

- Cada eslabón de la cadena de suministros realiza la planeación de la cadena (P1) con el fin de cumplir con los requerimientos del mercado. En la Empresa AcuaCare S.A.S., se debe planear el aprovisionamiento (P2), la manufactura (P3), la distribución (P4) y la devolución (P5) de la planta de tratamiento de aguas servidas móvil para dar respuesta a la necesidad y a los requerimientos de los campamentos petroleros en Colombia. La planeación debe contemplar el hecho de que cada producto varía (manufactura por ingeniería bajo pedido) pues se adapta al tamaño y características de la comunidad que va a hacer uso de la planta, es por esto que este procedimiento debe ser muy minucioso y detallado.
- En la cadena de suministros propuesta se observa el aprovisionamiento de tres tipos de materiales de almacenamiento (S1), fabricados bajo pedido (S2) y por ingeniería bajo pedido (S3). Los proveedores Coval S.A. y Acferbo, proveen a la Empresa materiales de almacenamiento correspondientes a los elementos estructurales de la planta (tanques – tuberías – aspersor – geotextil – geomalla) y la bomba sumergible para aguas servidas con su respectivo sensor de flotador, respectivamente. Mientras que los proveedores Inmec CNC (pieza para anclaje de tanque y cartucho) y Sudeim S.A.S. (soporte) entregan los productos a la Empresa luego de que ésta hace una orden de compra por la cantidad de producto que necesita (materiales bajo pedido). Finalmente, el proveedor Juan Carlos Guáqueta, abastece a la Empresa de la mezcla del tanque Biofiltro (fortaleza de la Empresa) elaborada por ingeniería bajo pedido pues este tanque debe responder al tamaño y características de los campamentos petroleros en Colombia. Es importante mencionar que todos los proveedores se abastecen de materiales de almacenamiento (S1) para ofrecer sus productos en el mercado, ya sea que este actúe como distribuidor o como productor.
- El proceso de manufactura llevado a cabo en la Empresa AcuaCare S.A.S. consiste en la elaboración de la planta de tratamiento de aguas servidas que se adapte a la necesidad y a los requerimientos del cliente (M3) a partir de la elaboración de la carpa de protección del tanque Biofiltro, el cartucho y la consolidación de los materiales y componentes conforme al diseño de la planta. El proveedor Juan Carlos Guáqueta hace uso del sistema de manufactura de ingeniería bajo pedido (M3) debido a que la mezcla del tanque Biofiltro debe ajustarse según el cliente. Por otra parte, los proveedores Inmec CNC y Sudeim S.A.S. elaboran los productos según la orden de compra (M2) de la Empresa AcuaCare S.A.S. Finalmente, los proveedores

Coval S.A. y Acferbo actúan como distribuidores por lo tanto no realizan ningún proceso de transformación o manufactura.

- En la cadena de suministros propuesta, se observa la distribución de diferentes tipos de materiales y productos, ya que algunos son para almacenamiento (D1), otros son bajo pedido (D2) y otros por ingeniería bajo pedido (D3). La entrega de la planta de aguas servidas al campamento petrolero (D3) se hace a partir de la contratación de la empresa Izatrans S.A. la cual cuenta con camiones grúa capaces de movilizar el producto. En cuanto a la entrega de materiales y componentes a la Empresa se hace de la siguiente manera, Coval S.A. entrega los productos en las instalaciones de AcuaCare S.A.S. y el costo del envío se encuentra incluido en el costo del pedido, mientras que Acferbo y Sudeim S.A.S. realiza sus entregas a partir de la contratación de cualquier empresa que preste este servicio las cuales cobran un flete dependiendo el lugar en donde debe ser entregado el producto y el tamaño de éste. Por otra parte, la Empresa debe recoger los productos elaborados por Inmec CNC en sus instalaciones. Finalmente, el Ingeniero Juan Carlos Guáqueta entrega los componentes del tanque Biofiltro directamente a la Empresa debido a que comparten la misma ubicación.
  
- La devolución considerada en la cadena de suministros tiene que ver con el mantenimiento (DR2) de la planta de tratamiento de aguas servidas, el cual se debe realizar una vez al año en lugar en donde se encuentra ubicada la planta.

Es importante mencionar que la Empresa AcuaCare S.A.S. cuenta con un centro de acopio ubicado en Siberia en donde se propone realizar la elaboración de la planta de tratamiento de aguas servidas. En este lugar se encuentra ubicada la operación de manufactura del proveedor Juan Carlos Guáqueta, lo cual es una ventaja debido a que los componentes más importantes de la planta (tanque Biofiltro) no son manipulados por terceros y se encuentran disponibles y a la mano a la hora de elaborar la planta. Por otra parte, la selección de proveedores se realizó teniendo en cuenta diferentes criterios como costo del producto, tiempo y forma de entrega, ubicación del proveedor, capacidad de respuesta y capacidad para elaborar el producto. A continuación, se explica el cumplimiento de los proveedores seleccionados a dichos criterios.

#### 1. Coval S.A.

Cuenta con una sede en Siberia, lo que facilita el cumplimiento de la fecha de entrega del pedido. Además cuenta con una variedad de productos y marcas que permiten a la Empresa seleccionar las de mejor calidad. El costo del transporte se encuentra incluido en el valor del pedido. El despacho se hace máximo una semana después de realizar el pedido. Este proveedor ofrece todos los elementos necesarios para elaborar la estructura de la planta.

#### 2. Acferbo

A pesar de que el proveedor se encuentra ubicado en Bogotá, garantiza el envío de la bomba y del sensor de flotador a Siberia, sujeto a los costos de flete establecidos por la empresa de envíos. Ofrece diferentes marcas de bombas sumergibles para aguas servidas, entre ellas la marca Barnes la cual ha sido utilizada por la Empresa AcuaCare S.A.S. en todos sus proyectos. La entrega de los productos se hace dentro de los quince días siguientes a la fecha de realización del pedido.



### 3. Inmec CNC

Para la elaboración de la pieza de anclaje entre el tanque y el cartucho, inicialmente se propuso elaborarla a partir de un proceso de inyección en plástico, pero como un tanque Biofiltro requiere únicamente 8 piezas de esta, el costo de elaboración sería muy alto ya que se debe elaborar un molde que permita realizar dicho proceso el cual tiene un costo promedio de seis millones de pesos (costo promedio en el mercado), esta inversión vale la pena cuando se va a producir en masa. Por lo tanto, se decidió proponer la elaboración de esta pieza con un proceso de mecanizado haciendo uso del material nilón, el cual minimiza los costos de elaboración. Se propone trabajar con esta empresa, debido a que la maquinaria con la que cuenta permite la elaboración de la pieza y su tiempo de entrega es de 10 días luego de la realización del pedido. Sin embargo, debido a que el pedido establece la elaboración de un lote pequeño las piezas deben ser recogidas por la Empresa en las instalaciones de Inmec CNC. Por otra parte, con el fin de fijar la pieza en el tanque se propone utilizar remaches pop, para los cuales la variabilidad de precio en el mercado es mínima, además gracias al tipo de producto y a su disponibilidad no es necesario realizar una selección de proveedor tan rigurosa, pero se propone el proveedor Ferricentro S.A. por su reconocimiento en el mercado.

### 4. Sudeim S.A.S.

Empresa con muchos años de experiencia, la cual cuenta con capacidad instalada que le permite la elaboración de diferentes proyectos al mismo tiempo. Algunas empresas de este tipo exigen que los pedidos sean productos a gran escala que pesen mínimo 20 toneladas para garantizar la competitividad de sus precios en el mercado descartando la elaboración del soporte propuesto ya que pesa aproximadamente 100 kilogramos, mientras que esta metalmecánica desarrolla cualquier tipo de proyecto, desde el más grande hasta el más pequeño, es por esto que se propone trabajar con este proveedor pues al ser un producto nuevo y aún no conocer su aceptación en el mercado se propone a la Empresa AcuaCare S.A.S. no contar con inventario, es decir, pedir las cantidades exactas para elaborar el proyecto pedido. Además, el plazo de entrega para un proyecto que consta de nueve estructuras es de 20 días. El soporte es anticorrosivo gracias a la aplicación de pintura especial para tal fin.

### 5. Juan Carlos Guáqueta

Se propone seguir trabajando con el proveedor Juan Carlos Guáqueta, debido a que es quien conoce el proceso de elaboración de la mezcla para el tanque Biofiltro. Además, garantiza la entrega oportuna del producto a la Empresa y ofrece la mezcla a un costo bajo. Finalmente, es una fortaleza de la situación actual de la Empresa identificada en el diagnóstico estratégico.

Esta propuesta involucra la presentación de los procesos mencionados anteriormente, definidos por el modelo SCOR, a partir de la caracterización de los diferentes subprocesos y actividades que se componen con el fin de facilitar su ejecución. Es importante mencionar que para la definición de las actividades a desarrollar por la Empresa AcuaCare S.A.S. para dar cumplimiento a la cadena de suministros propuesta, se tuvo en cuenta los subprocesos del nivel 3 del modelo SCOR presentados en la Guía de Referencia Rápida Versión 10.0, desarrollada por el Supply Chain Council y mostrados en el presente trabajo en las ilustraciones 30 a 40.<sup>38</sup>

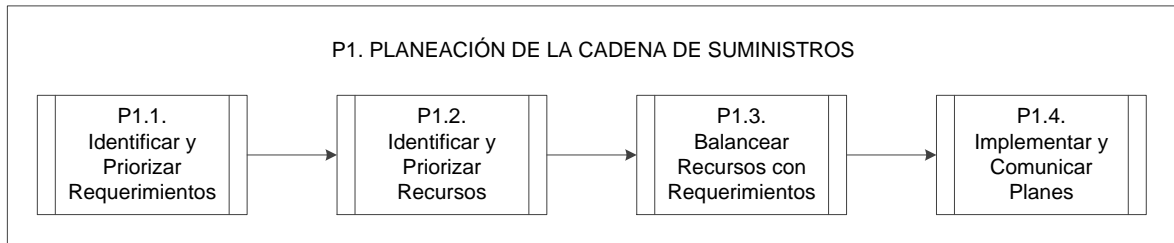
---

<sup>38</sup> SUPPLY CHAIN COUNCIL. SCOR® Quick Reference Guide. Version 10.0. [En línea]; [29 de Abril de 2014], Disponible en: [https://supply-chain.org/f/QRG-layout10-web\\_0.pdf](https://supply-chain.org/f/QRG-layout10-web_0.pdf)

### 5.2.1. Planeación

Según el modelo SCOR el proceso de planeación se divide en cinco, planeación de la cadena de suministros, del aprovisionamiento, de la manufactura, de la distribución y de la devolución. Es fundamental para la Empresa AcuaCare S.A.S. realizar la planeación de cada uno de estos componentes con el fin de orientar los procesos al cumplimiento de metas y a la mejora continua en el desempeño de la cadena de suministros. La planeación de la cadena de suministros se lleva a cabo a partir de los subprocesos mostrados en la ilustración 30.

Ilustración 30. Planeación de la Cadena de Suministros



Fuente: Supply Chain Council – SCOR® Quick Reference Guide

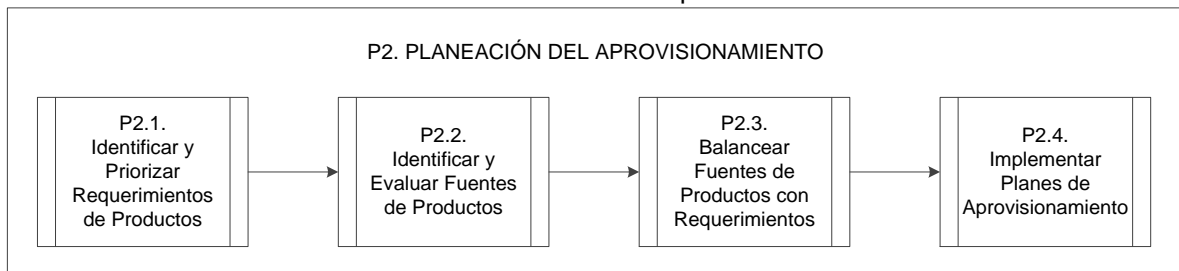
En estos subprocesos se deben realizar las siguientes actividades con el fin de desarrollar el producto propuesto.

- P1.1. Identificar los requerimientos del cliente respecto al tamaño y características del campamento petrolero que va a hacer uso de la planta de tratamiento de aguas servidas con el fin de determinar el número de módulos (tanque Biofiltro) a elaborar y los materiales necesarios para ello. Además, es importante que el cliente informe a la Empresa la fecha para la cual necesita la planta para evaluar la capacidad de respuesta de AcuaCare S.A.S. frente a dicha solicitud y así negociar la fecha de entrega del producto.
- P1.2. Determinar los proveedores necesarios para la elaboración de la planta con el fin de evaluar su capacidad productiva y establecer la fecha de entrega de materiales y componentes a la Empresa para dar inicio a la elaboración de la planta y verificar el cumplimiento de la fecha de entrega establecida por el cliente y AcuaCare S.A.S. Por otra parte, la Empresa debe evaluar si el recurso humano con el cual cuenta es capaz de responder a dichos requerimientos.
- P1.3. Identificar los proveedores que cumplen con los requerimientos de la Empresa y asignar los recursos con los que cuenta la Empresa a las tareas a desarrollar en la elaboración del producto, es decir, determinar el número de personas y herramientas necesarias para la elaboración y entrega de la planta al cliente.
- P1.4. Comunicar en todas las áreas y niveles de la Empresa como se van a realizar cada uno de los procesos involucrados en la cadena de suministros (planeación – aprovisionamiento – manufactura – distribución – devolución). Además garantizar el flujo efectivo de la información a través de todos los eslabones de la cadena, es decir, que exista concordancia entre lo escrito y lo que se hace.

Por otra parte, la planeación del aprovisionamiento se compone de los subprocesos mostrados en la ilustración 31. Este proceso es muy importante debido a que la entrega de materiales y componentes en la Empresa da lugar a la elaboración del producto y al cumplir con las fechas de entrega establecidas es posible entregar el producto al cliente en el lugar y momento que lo

necesita. Además, al ser un producto modificable conforme a los requerimientos del cliente el tiempo de elaboración también es variable, por lo tanto se debe sincronizar la llegada de materiales y lo entregado debe coincidir con lo pedido.

Ilustración 31. Planeación del Aprovisionamiento



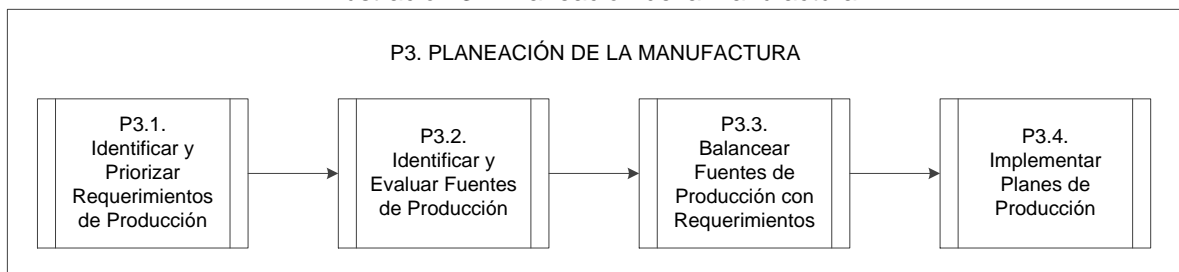
Fuente: Supply Chain Council – SCOR® Quick Reference Guide

Estos subprocesos requieren de las siguientes actividades para su ejecución y cumplimiento.

- P2.1. Identificar los requerimientos de materiales y componentes, es decir, tener en cuenta la necesidad y los requerimientos del campamento petrolero para realizar las órdenes de compra a proveedores, siendo exactos en la cantidad de materiales.
- P2.2. Conocer las empresas disponibles en el mercado que suministran los materiales y componentes necesarios para la elaboración de la planta de tratamiento de aguas servidas, con el fin de hacer la selección de proveedores evaluando los criterios de selección establecidos.
- P2.3. Identificar que materiales y componentes va a entregar cada proveedor para saber los recursos con los que cuenta la Empresa y aquellos que debe pedir.
- P2.4. Garantizar el desarrollo y cumplimiento de las actividades mencionadas.

En el proceso de planeación de la manufactura se debe tener en cuenta los siguientes subprocesos, mostrados en la ilustración 32, con el fin de garantizar el plan de producción establecido por la Empresa.

Ilustración 32. Planeación de la Manufactura



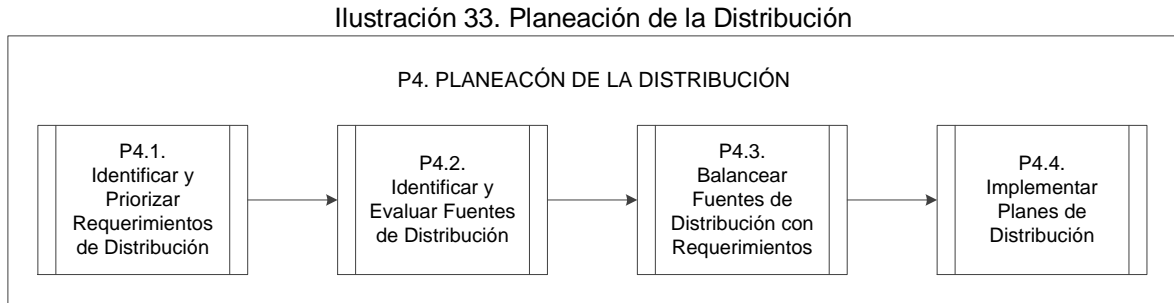
Fuente: Fuente: Supply Chain Council – SCOR® Quick Reference Guide

La planeación de la manufactura requiere el desarrollo de las siguientes actividades.

- P3.1. Identificar qué y cuánto se debe producir, con el fin de cumplir con la solicitud del cliente.
- P3.2. Conocer la capacidad instalada de la planta para evaluar el cumplimiento de la Empresa en los pedidos realizados por los clientes.

- P3.3. Ajustar el plan de producción teniendo en cuenta los requerimientos de producción y la capacidad instalada de la Empresa.
- P3.4 Poner en marcha los planes y actividades mencionados.

Igualmente, el proceso de planeación de la distribución se divide en subprocesos los cuales se componen de actividades a partir del desarrollo de las cuales se garantiza el cumplimiento de dicho proceso. Los subprocesos del proceso de planeación de la distribución se muestran a continuación en la ilustración 33.



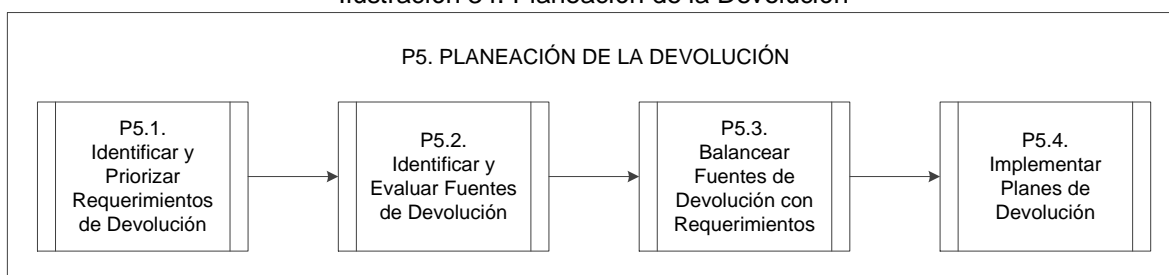
Fuente: Fuente: Supply Chain Council – SCOR® Quick Reference Guide

Estos subprocesos se dividen en actividades como las que se mencionan a continuación.

- P4.1. Reconocer los productos y/o materiales elaborados por la Empresa que deben ser distribuidos entre los clientes. Priorizar las entregas de productos teniendo en cuenta la fecha de iniciación del proyecto, es decir, primeros en hacer, primeros en distribuir.
- P4.2. Identificar cómo se va a llevar a cabo el proceso de distribución, es decir, la Empresa debe responder a la pregunta ¿puedo distribuir las plantas de tratamiento de aguas servidas con los recursos que tengo ó debo contratar a alguien que lo haga?
- P4.3. Hacer la asignación de recursos para la distribución de las plantas de tratamiento, teniendo en cuenta los requerimientos de distribución y el lugar de entrega indicado por el cliente.
- P4.4. Ejecutar los planes de distribución y garantizar su cumplimiento.

El último proceso de planeación es el proceso de planeación de la devolución, en donde se tienen que tener en cuenta todos los factores que permitan la devolución de materiales, componentes o productos ya sea por defectos, para mantenimiento o por excesos en el pedido. Es importante mencionar que en la cadena de suministros propuesta se considera sólo un tipo de devolución el cual es el mantenimiento del tanque Biofiltro y se espera que suceda una vez al año, esto no quiere decir que los otros tipos de devolución no sucedan pero se debe garantizar que su porcentaje de ocurrencia sea 0%. A continuación, en la ilustración 35, se muestra dicho subproceso.

Ilustración 34. Planeación de la Devolución



Fuente: Fuente: Supply Chain Council – SCOR® Quick Reference Guide

Las actividades propuestas para estos subprocesos se mencionan a continuación.

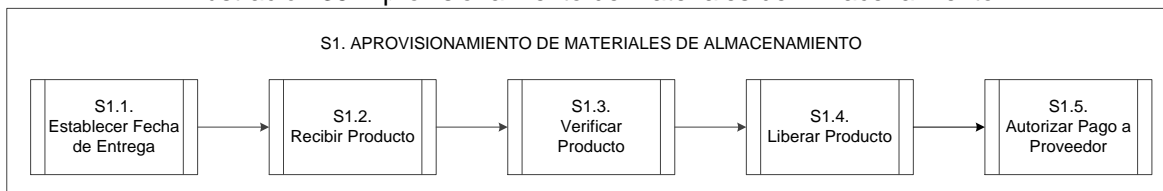
- P5.1. Identificar la razón de la devolución del producto. El cliente debe informar a la Empresa y esta debe tener en cuenta la fecha en que la planta debe entrar en mantenimiento.
- P5.2. Evaluar por qué se está generando la devolución del producto.
- P5.3. Controlar y balancear la devolución de productos teniendo en cuenta las estrategias de logística inversa de la Empresa.
- P5.4. Poner en marcha los planes y actividades mencionados.

La planeación es un proceso muy importante dentro de la cadena de suministros, debido a que esta permite desarrollar estrategias para mejorar el desempeño de ésta. Además, busca anticiparse a las eventualidades que puedan afectar el desarrollo continuo de las actividades llevadas a cabo en la cadena de suministro con la elaboración de planes de acción que minimicen los efectos negativos ante cualquier variabilidad.

#### 5.2.2. Aprovisionamiento

Este proceso busca garantizar la disponibilidad de materiales y componentes para la elaboración de plantas de tratamiento de aguas servidas por la Empresa AcuaCare S.A.S., es decir, sincroniza la entrega de productos por parte de proveedores en las instalaciones de la Empresa para dar inicio al proceso de manufactura. A continuación, se explica el aprovisionamiento de materiales en la Empresa según el modelo SCOR.

Ilustración 35. Aprovisionamiento de Materiales de Almacenamiento



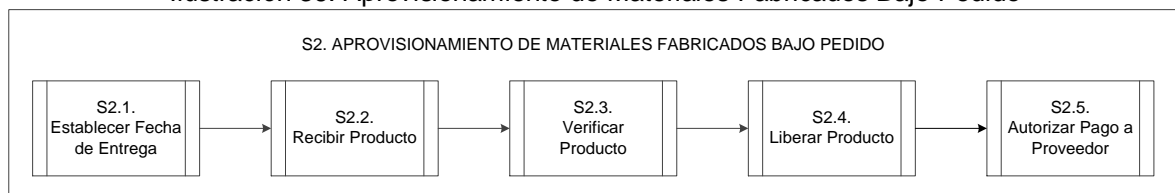
Fuente: Fuente: Supply Chain Council – SCOR® Quick Reference Guide

En este proceso se compone 5 subprocesos, los cuales incluyen las actividades explicadas a continuación.

- S1.1. Luego de la selección de proveedores llevada a cabo en el proceso de planeación del aprovisionamiento, se deben realizar las órdenes de compra para los proveedores Coval S.A. y Acferbo quienes entregan a la Empresa los elementos estructurales de la planta y la bomba sumergible, respectivamente, teniendo en cuenta la cantidad determinada en dicho proceso de planeación. Se debe pactar la fecha y lugar de entrega de materiales y componentes en la Empresa para cumplir con el programa de producción. Además, se debe conocer bajo qué condiciones se entregan los productos, es decir, cómo es el transporte, quién lo entrega, cómo es el embalaje del producto en el medio de transporte utilizado, entre otros, para garantizar la transparencia de este proceso.
- S1.2. Recibir producto en el horario, fecha y lugar establecido conforme a las condiciones de entrega mencionadas anteriormente. Igualmente, verificar el cumplimiento del proveedor en el aprovisionamiento.
- S1.3. Comprobar la exactitud en la entrega de materiales y componentes por parte de proveedores, es decir, que los productos entregados coincidan con los productos pedidos, debido a que se propone que la Empresa no tenga inventarios de materiales, componentes y productos. Además, verificar el estado de los elementos entregados por los proveedores para ejecutar los planes de acción correspondientes si se encuentran muchas inconformidades en la entrega.
- S1.4. Luego de realizar el control de calidad de los materiales y componentes permitir el descargue de éstos y su libre utilización en el proceso de elaboración de la planta.
- S1.5. Autorizar el pago a los proveedores, si aún no se ha realizado pues esta actividad varía conforme a lo establecido por los proveedores, es decir, si requiere de pago por anticipado o contra entrega.

Por otra parte, el aprovisionamiento de materiales fabricados bajo pedido guarda la misma ejecución de actividades y subprocesos que el aprovisionamiento de materiales de almacenamiento, se diferencian en los proveedores y en el tipo de materiales o componente entregado a la Empresa. En la ilustración 36, se puede observar dicho subproceso.

Ilustración 36. Aprovisionamiento de Materiales Fabricados Bajo Pedido



Fuente: Fuente: Supply Chain Council – SCOR® Quick Reference Guide

A continuación, se explican las actividades llevadas a cabo en este subproceso.

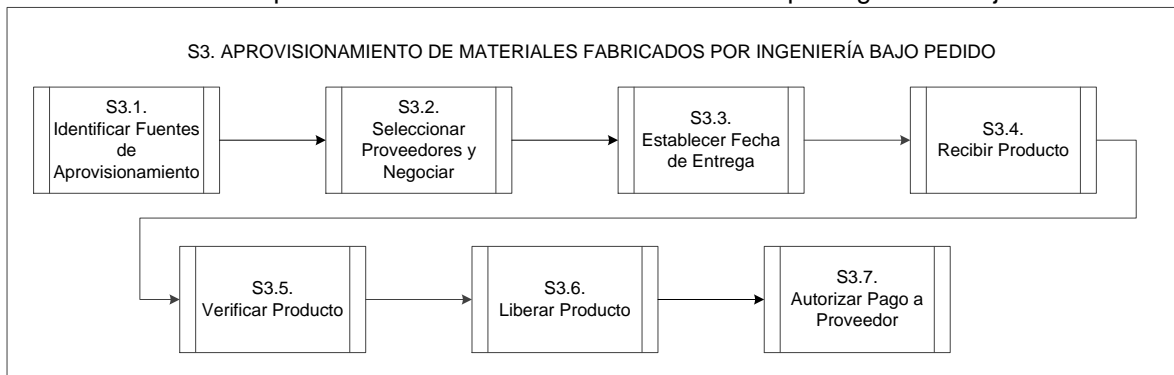
- S1.1. Luego de la selección de proveedores llevada a cabo en el proceso de planeación del aprovisionamiento, se deben realizar las órdenes de compra para los proveedores Sudeim S.A.S. y Inmec CNC quienes entregan a la Empresa el soporte del tanque Biofiltro y la pieza para anclaje de tanque y cartucho, respectivamente, teniendo en cuenta la cantidad determinada en dicho proceso de planeación. Se debe pactar la fecha y lugar de entrega de materiales y componentes en la Empresa para cumplir con el programa de producción. Además, se debe conocer bajo qué condiciones se entregan los productos, es decir, cómo es el

transporte, quién lo entrega, cómo es el embalaje del producto en el medio de transporte utilizado, entre otros, para garantizar la transparencia de este proceso.

- S1.2. Recibir producto en el horario, fecha y lugar establecido conforme a las condiciones de entrega mencionadas anteriormente. Igualmente, verificar el cumplimiento del proveedor en el aprovisionamiento.
- S1.3. Comprobar la exactitud en la entrega de materiales y componentes por parte de proveedores, es decir, que los productos entregados coincidan con los productos pedidos, debido a que se propone que la Empresa no tenga inventarios de materiales, componentes y productos. Además, verificar el estado de los elementos entregados por los proveedores para ejecutar los planes de acción correspondientes si se encuentran muchas inconformidades en la entrega.
- S1.4. Luego de realizar el control de calidad de los materiales y componentes permitir el descargue de éstos y su libre utilización en el proceso de elaboración de la planta.
- S1.5. Autorizar el pago a los proveedores, si aún no se ha realizado pues esta actividad varía conforme a lo establecido por los proveedores, es decir, si requiere de pago por anticipado o contra entrega.

Finalmente, el proceso de aprovisionamiento de materiales fabricados por ingeniería bajo pedido se compone de los subprocesos mostrados a continuación en la ilustración 37.

Ilustración 37. Aprovisionamiento de Materiales Fabricados por Ingeniería Bajo Pedido



Fuente: Fuente: Supply Chain Council – SCOR® Quick Reference Guide

Este proceso se compone de 7 subprocesos, a partir de los cuales se proponen las siguientes actividades para su ejecución.

- S3.1. Debido a que los productos suministrados en este proceso varían conforme a los requerimientos de los campamentos petroleros, el proceso de selección de proveedores debe ser minucioso y detallado, es por esto que se extiende desde el proceso de planeación del aprovisionamiento hasta la ejecución de éste. En el caso de la Empresa AcuaCare S.A.S. se debe evaluar el cumplimiento de los criterios de selección de proveedores los cuales deben ser especializados y deben garantizar confidencialidad en la elaboración de la mezcla para el tanque Biofiltro pues es el elemento principal de la planta.
- S3.2. La Empresa, al realizar la selección del proveedor y debe negociar con éste el costo de la mezcla para el tanque Biofiltro. El proveedor de esta mezcla es Juan Carlos Guáqueta, pues es quien conoce la elaboración de la mezcla y garantiza el cumplimiento de las fechas de entrega.

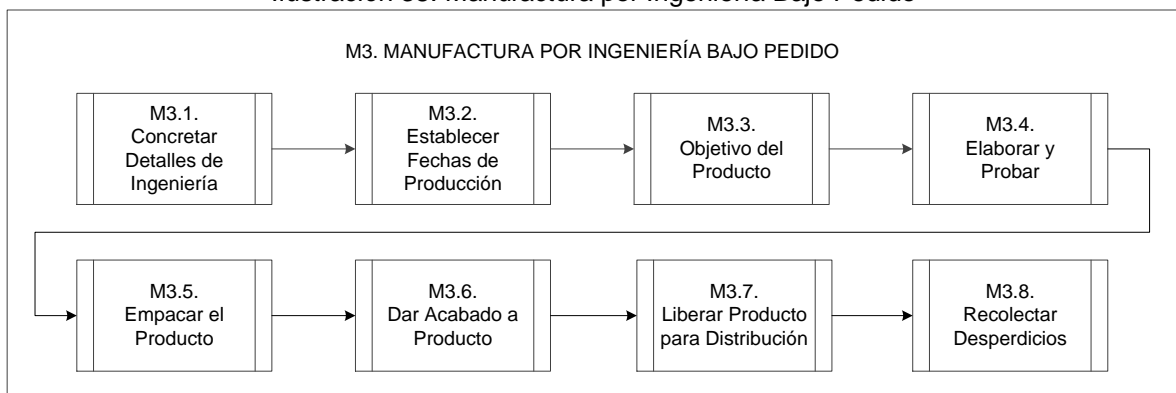
- S3.3. Informar la fecha de requerimiento de material al proveedor, si este no la puede cumplir negociar una fecha nueva que permita a la Empresa cumplir con los requerimientos del cliente.
- S3.4. Como éste proveedor se encuentra ubicado en el mismo lugar que la Empresa, el cumplimiento en la fecha de entrega establece que la mezcla del tanque Biofiltro se encuentre lista para utilizar en el momento en que la Empresa lo requiera.
- S3.5. Verificar el estado (consistencia) de la mezcla y que las cantidades entregadas sean las pedidas para poder elaborar el tanque Biofiltro.
- S3.6. Luego de realizar el control de calidad de los materiales y componentes permitir el descargue de éstos y su libre utilización en el proceso de elaboración de la planta.
- S3.7. Autorizar el pago al proveedor, si aún no se ha realizado pues esta actividad varía conforme a lo establecido por los proveedores, es decir, si requiere de pago por anticipado o contra entrega.

La correcta ejecución del proceso de aprovisionamiento permite contar con los materiales y componentes necesarios a la hora de llevar a cabo el proceso de manufactura, lo que se traduce en el cumplimiento en la fecha de entrega de la planta de tratamiento de aguas servidas al cliente.

### 5.2.3. Manufactura

El proceso de manufactura por ingeniería bajo pedido establece que cada producto elaborado varia conforme a los requerimientos del cliente, esto sucede en la Empresa AcuaCare S.A.S. con las plantas de tratamiento de aguas servidas, más específicamente con el diseño propuesto pues éste se adapta al tamaño y características de la campamento petrolero que lo va a utilizar ya que se compone de diferentes módulos del tanque Biofiltro (componente de la planta en donde ocurre el tratamiento de aguas servidas), el cual es capaz de tratar 900 litros de fluido suministrado, por lo tanto el cliente debe comprar tantos módulos sea necesario que soporten el caudal de aguas servidas generado por el campamento. A continuación, se explica el proceso de manufactura de la Empresa AcuaCare S.A.S. presentado en la ilustración 38.

Ilustración 38. Manufactura por Ingeniería Bajo Pedido



Fuente: Fuente: Supply Chain Council – SCOR® Quick Reference Guide

Este proceso, se compone de ocho subprocesos a partir de los cuales se definen las actividades mostradas a continuación.



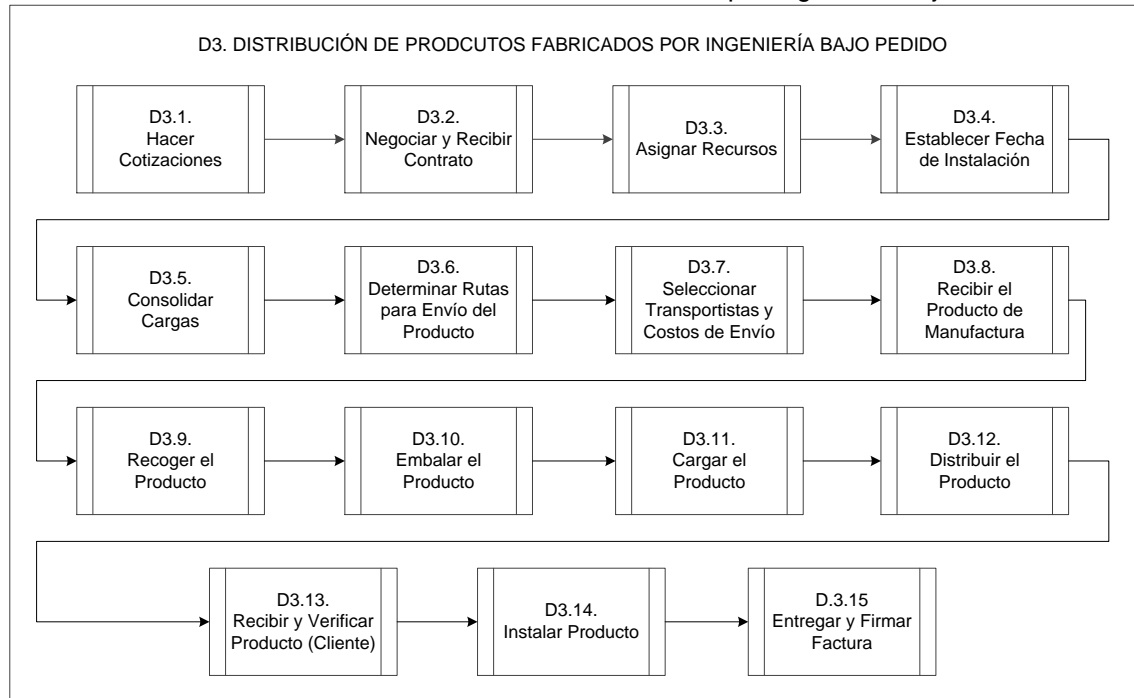
- M3.1. Se deben concretar los detalles de la planta de tratamiento de aguas servidas, es decir, las especificaciones de diseño y de ingeniería, lo cual se hace en el proceso de diseño del producto, como se observa en la sección 5.1. del capítulo cinco.
- M3.2. Programar la elaboración del producto, elaborando un plan de producción en donde se especifiquen cada una de las actividades a desarrollar junto con el responsable y la fecha en que debe ser realizada teniendo en cuenta las fechas de entregas de materiales y componentes por parte de proveedores pactadas anteriormente (proceso de aprovisionamiento).
- M3.3. Definir el objetivo del producto, es decir, la finalidad de su elaboración lo cual se debe incluir en la ficha técnica de éste.
- M3.4. Elaborar la carpa de protección según el diseño mostrado en la sección 5.1. del capítulo cinco. Esta carpa se debe elaborar en tubos de PVC con el fin de no agregar peso al módulo, igualmente, se deben cubrir las caras laterales de ésta con una geomalla con el fin de facilitar la oxigenación del sistema y el techo con un geotextil para minimizar el ingreso de aguas lluvia al tanque Biofiltro y evitar su inundación. Igualmente, se debe cortar el tanque, conforme al diseño propuesto mostrado en la sección 5.1. del capítulo cinco, para elaborar el cartucho, también se deben ubicar las piezas para anclaje en cuatro puntos diferentes, formando un cuadrante, en las dos piezas resultantes del corte del tanque y cubriendo la sección inferior del corte superior con una geomalla, lo cual facilita el mantenimiento y no se compromete la mezcla ni el funcionamiento del tanque Biofiltro. Finalmente, consolidar los materiales y componentes en uno sólo con el fin de elaborar la planta móvil de tratamiento de aguas servidas.
- M3.5. Este subproceso no se lleva a cabo en la Empresa AcuaCare S.A.S. debido a que la estructura móvil actúa como empaque del producto.
- M3.6. Dar los últimos acabados al producto, en donde se debe garantizar que cada componente se encuentre en donde corresponde, con el fin de evitar cualquier accidente debido a la incorrecta instalación de la planta.
- M3.7. Verificar que el tanque no tenga fugas y que los componentes se encuentran acoplados correctamente. Finalmente, se debe aprobar el producto para entregarlo al cliente.
- M3.8. Reutilizar los desperdicios de material generados en el proceso de elaboración de la carpa de protección en próximos proyectos.

Es fundamental realizar este proceso con exactitud, pues de esto depende el acople de cada pieza, además de garantizar el correcto funcionamiento del sistema.

#### 5.2.4. Distribución

En el proceso de distribución se llevan a cabo diferentes subprocesos que permiten garantizar la integridad del producto elaborado por la Empresa AcuaCare S.A.S. a la hora de ser transportado y entregado al cliente. En la ilustración 39, presentada a continuación, se puede observar el desglose de este proceso.

Ilustración 39. Distribución de Productos Fabricados por Ingeniería Bajo Pedido



Fuente: Fuente: Supply Chain Council – SCOR® Quick Reference Guide

El proceso de distribución se divide en quince subprocesos. A continuación se explican las actividades propuestas a la Empresa AcuaCare S.A.S. para su ejecución.

- D3.1. Como la Empresa no cuenta con los recursos necesarios para transportar este tipo de proyectos, se debe contratar una empresa que preste dicho servicio, como lo es la empresa Izatrans S.A. La selección de la empresa prestadora de dicho servicio debe tener en cuenta el costo, la capacidad de la empresa para transportar la carga y la protección de la carga al ser dispuesta en el tipo de transporte utilizado.
- D3.2. Se debe negociar y firmar un contrato entre la Empresa AcuaCare S.A.S. y la empresa prestadora del servicio de transporte en donde se indiquen las condiciones del servicio. Se propone contratar a la Empresa Izatrans S.A. debido a que esta cuenta con un servicio de alquiler de grúas por determinados periodos de tiempo (diario – semanal – mensual) lo que se adapta a las necesidades de distribución de AcuaCare S.A.S.
- D3.3. Hacer la asignación de cargas por camión contratado, es decir, teniendo en cuenta el peso y las dimensiones de la carga y del camión, alquilar el número de camiones necesario para transportar la planta de tratamiento de aguas servidas.
- D3.4. En el proceso de planeación de la cadena de suministros el cliente establece la fecha de entrega de la planta de tratamiento de aguas servidas en sus instalaciones, en este subproceso la Empresa AcuaCare S.A.S. debe confirmar la hora, fecha y lugar de entrega del producto.
- D3.5. La empresa que presta el servicio de transporte debe consolidar la carga en una sola con el fin de facilitar su transporte, teniendo en cuenta el peso y dimensiones de la planta y la capacidad del camión.
- D3.6. Establecer la mejor ruta para el envío del producto, con el fin de minimizar costos.

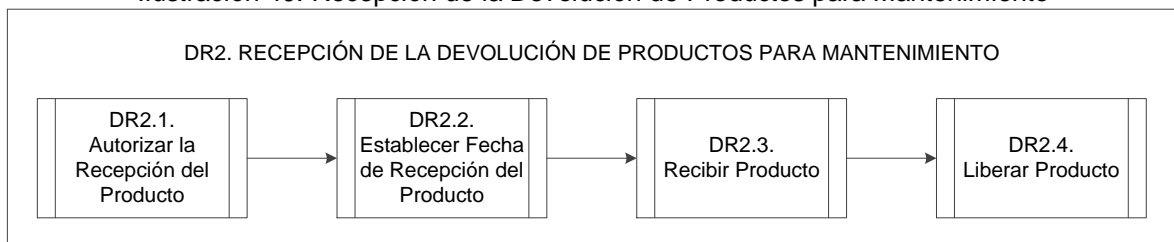
- D3.7. La selección del transportista la realiza la empresa prestadora de este servicio, además calcula los costos incurridos (flete – gasolina – movilización) por el envío del producto.
- D3.8. Luego de que el producto es liberado del proceso de manufactura se debe entregar al transportista en las instalaciones de la Empresa en Siberia.
- D3.9. El transportista debe recoger el producto en la fecha establecida.
- D3.10. Debido a las dimensiones del producto este no se puede embalar, pero gracias al diseño del soporte y de la carpa de protección esta estructura actúa como embalaje protegiendo el tanque Biofiltro y facilitando la acomodación de la carga en el camión.
- D3.11. El transportista utiliza los implementos necesarios (ganchos – correas), anclándolos en los cuatro extremos de la sección superior del soporte, para cargar el producto en el camión gracias a la acción de una grúa con brazo articulado el cual hace parte de dicho camión. Es importante mencionar que la carpa e protección se ubica en el soporte luego de que el tanque Biofiltro se encuentra sobre el camión.
- D3.12. Realizar la entrega del producto al cliente.
- D3.13. El cliente debe verificar las condiciones de entrega del producto y notificar a la Empresa ante cualquier inconformidad de éste.
- D3.14. El transportista debe ubicar el producto en el lugar indicado por el cliente. La superficie en donde se va ubicar el producto debe ser lisa, si no es así, se debe aplanar el terreno.
- D3.15. Finalmente, el cliente debe firmar la factura de recibido y el transportista debe entregar la copia correspondiente al cliente.

Este proceso debe realizarse con todas las medidas de seguridad necesarias con el fin de evitar cualquier tipo de accidente y garantizar la integridad del producto.

#### 5.2.5. Devolución

El proceso de recepción de la devolución del producto en la Empresa AcuaCare S.A.S., se lleva a cabo con el fin de hacer mantenimiento al tanque Biofiltro. Este proceso se realiza en el lugar en donde se encuentra ubicada la planta con el fin de no incurrir en gastos de movilización de ésta ni parar el tratamiento de aguas servidas. El mantenimiento es considerado como un proceso de devolución debido a que se hace una transferencia de producto entre la Empresa y el cliente, pues se deben cambiar los primeros quince centímetros del tanque Biofiltro con material nuevo. A continuación, en la ilustración 40, se observan los subprocesos de la devolución del producto.

Ilustración 40. Recepción de la Devolución de Productos para Mantenimiento



Fuente: Fuente: Supply Chain Council – SCOR® Quick Reference Guide

Las actividades propuestas para dar cumplimiento al proceso de recepción de la devolución de productos para mantenimiento se explican a continuación.

- DR2.1. En este caso el cliente (campamento petrolero) debe autorizar el ingreso de personal de la Empresa AcuaCare S.A.S., al lugar en donde se encuentra ubicada la planta de tratamiento de aguas servidas con el fin de realizar el mantenimiento de ésta.
- DR2.2. Teniendo en cuenta la fecha en que se debe realizar el mantenimiento de la planta, el cliente en conjunto con la Empresa deben fijar una fecha en la cual se va a realizar esta actividad.
- DR2.3. Para realizar el mantenimiento del tanque Biofiltro, se debe retirar la carpa protectora del soporte y levantar el cartucho (en el cual se encuentran los primeros quince centímetros de la mezcla que debe ser reemplazada) cuidadosamente sin dañar el tubo y el aspersor que distribuye el agua en este tanque. El abono orgánico se debe retirar y se debe colocar el material nuevo en el cartucho, este producto es transportado por medio de bolsas, como se hace actualmente. Finalmente, se debe ubicar el cartucho en su lugar original y colocar la carta protectora en el soporte. En este mantenimiento, se debe revisar retirar el material no biodegradable de la trampa dispuesta en la cámara de recepción de aguas servidas. Es importante mencionar que para realizar el mantenimiento se debe desactivar la bomba sumergible.
- DR2.4. Para finalizar el proceso, se debe mostrar al cliente que la planta continua funcionando de la misma forma luego de hacer el mantenimiento y entregarle el abono orgánico extraído del tanque Biofiltro si éste lo solicita.

Es importante entender que la gestión de la cadena de suministros es muy importante pues ésta involucra el desarrollo de diferentes actividades las cuales cuentan con unos costos asociados que incrementan si no se controla la variabilidad en su ejecución, lo que se traduce en la elaboración de productos más costosos y el incumplimiento de los requerimientos o pactos con el cliente forzándolo a utilizar productos de la competencia.

### 5.3. INDICADORES DE DESEMPEÑO

Con el objetivo de evaluar y controlar la eficiencia y efectividad de la propuesta, se establecen indicadores de desempeño a partir de los cuales es posible realizar seguimiento y verificar la trazabilidad de las diferentes actividades involucradas en la propuesta. Gracias a dichos indicadores, la Empresa verá reflejado su rendimiento en un horizonte de tiempo establecido. A continuación, en las tablas 16 a 21, se muestra la ficha técnica de cada indicador, la cual incluye el nombre, definición, fórmula y objetivo del indicador, el personal responsable del cálculo del indicador, la periodicidad del mismo y algunos planes de acción establecidos según el resultado éste.

Tabla 16. Ficha Técnica Nivel de Aproveccionamiento

Indicador	Nivel de Aproveccionamiento
Fórmula	$\frac{\text{Número de Pedidos Entregados a Tiempo}}{\text{Total Pedidos Realizados}} \times 100$
Responsable	Gerente Comercial
Objetivo	Medir el nivel de cumplimiento en la entrega de materias primas y componentes por parte de los proveedores
Periodicidad	Por Proyecto
Plan de Acción	Un resultado mayor al 95% indica el cumplimiento en las fechas de entrega. Si el resultado es menor a 95% se debe cambiar de proveedor

Fuente: Autor

Tabla 17. Ficha Técnica Lead Time

Indicador	Lead Time
Fórmula	<i>Tiempo transcurrido entre la fecha de realización y la fecha de entrega de un pedido</i>
Responsable	Gerente Comercial
Objetivo	Determinar el grado de respuesta de un proveedor frente a la realización de pedidos
Periodicidad	Por Pedido
Plan de Acción	Se debe hacer seguimiento de este indicador con el fin de establecer el tiempo de elaboración de la planta

Fuente: Autor

Tabla 18. Ficha Técnica Nivel de Flexibilización

Indicador	Nivel de Flexibilización
Fórmula	$\frac{\text{Número de Pedidos que Cumplen con el Requerimiento}}{\text{Total Pedidos Realizados}} \times 100$
Responsable	Gerente Comercial
Objetivo	Medir la respuesta de los proveedores frente a los requerimientos de adelantar, mantener o aplazar fecha de entrega de un pedido
Periodicidad	Por Proyecto
Plan de Acción	Establecer relaciones estratégicas con los proveedores para garantizar el cumplimiento de este indicador el cual debe ser mayor a 80%

Fuente: Autor

Tabla 19. Ficha Técnica Faltante

Indicador	Faltante
Fórmula	$\frac{\text{Costos por Retraso en la Elaboración y Entrega del Producto}}{\text{Costos por Manejo de Inventario}}$
Responsable	Gerente Técnico y Asistente Financiero
Objetivo	Establecer los costos asociados al no tener disponible el material en el lugar y momento requerido
Periodicidad	Por Pedido
Plan de Acción	Hacer una correcta planeación de materiales y componentes para la elaboración del producto

Fuente: Autor

Tabla 20. Ficha Técnica No Conforme

Indicador	No Conforme
Fórmula	$\frac{\text{Materiales o Componentes con Errores o Fallas}}{\text{Total Materiales o Componentes Recibidos}} \times 100$
Responsable	Gerente Técnico
Objetivo	Determinar el nivel de calidad de los materiales y componentes entregados por cada proveedor
Periodicidad	Por Pedido
Plan de Acción	Si el indicador es menor a 98% es importante cambiar de proveedor

Tabla 21. Ficha Técnica Exactitud en la Entrega

Indicador	Exactitud en la Entrega
Fórmula	$\frac{\text{Número de Materiales Entregados}}{\text{Número de Materiales Pedidos}} \times 100$
Responsable	Gerente Técnico
Objetivo	Determinar el grado de exactitud de los proveedores en la entrega de materiales y componentes a la Empresa
Periodicidad	Por Pedido
Plan de Acción	Si el indicador es menor a 90% es importante cambiar de proveedor

Fuente: Autor

Es importante mencionar que el desempeño de la cadena de suministros de los proveedores se traduce en el desempeño de la cadena de suministros de la Empresa, por lo tanto es fundamental establecer relaciones estratégicas que permitan garantizar el suministro de materiales en el día y lugar necesario con el fin de elaborar productos que cumplan con los requerimientos del mercado.

## 6. ANÁLISIS FINANCIERO DE LA PROPUESTA

El presente capítulo presenta el respaldo financiero de la propuesta con el fin de determinar la viabilidad y el impacto económico en la Empresa. El análisis financiero inicia con la evaluación de los costos asociados al producto propuesto para determinar su costo de venta. Además, se elabora un flujo de caja para analizar el valor presente neto y la tasa interna de retorno. Esta evaluación permitirá a la Empresa identificar la inversión inicial de la propuesta y el retorno de la inversión en un periodo de tiempo.

Debido a que el producto es modular y responde al tamaño del campamento petrolero que lo utiliza la evaluación financiera se desarrolla en tres escenarios. El primer escenario consiste en la elaboración de plantas de tratamiento de un solo módulo (cada una permite tratar 900 litros al día para una comunidad de seis personas). Por otra parte, el segundo escenario evalúa la elaboración de plantas de tratamiento de aguas servidas para campamentos de 50 personas, por lo tanto cada planta debe utilizar nueve módulos. Finalmente, el tercer escenario establece un punto intermedio entre el escenario uno y el escenario dos, pues determina el impacto financiero por la elaboración de plantas de tratamiento de uno y de nueve módulos. Además, los escenarios tienen en cuenta la proyección de ventas de la Empresa, ésta se calculó teniendo en cuenta su visión la cual indica que para el 2020 debe haber construido mínimo 30 plantas de tratamiento de aguas servidas, por lo tanto debe vender 6 plantas por año en promedio. Teniendo en cuenta dicha información y la proyección de campamentos petroleros para el año 2014, 2015 y 2016, mostrada en la ilustración 41 presentada a continuación, se espera captar 13,53% del mercado disponible (correspondiente a la venta de 18 plantas de tratamiento de aguas servidas a 18 de 133 campamentos petroleros proyectados) en los próximos tres años con el fin de cumplir la visión de la Empresa.

Ilustración 41. Proyección Actividad Exploratoria

AÑO	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	TOTAL
Pozos A3	90	96	125	54	44	88	1	498

Fuente: Ministerio de Minas y Energía – [www.minminas.gov.co](http://www.minminas.gov.co)

Para dar inicio a la evaluación financiera, es importante determinar el costo de elaboración de una planta de tratamiento de aguas servidas según el diseño propuesto, para ello se deben identificar los costos directos e indirectos de fabricación de éste. En los costos directos de fabricación, se relacionan los materiales y la mano de obra necesaria para la elaboración de una planta de tratamiento de aguas servidas de un módulo (tanque Biofiltro). A continuación en la tabla 22, se muestran los costos de materiales. Cabe aclarar que los costos de materiales fueron consultados directamente con los proveedores (Coval S.A. – Acferbo – Inmec CNC – Sudeim S.A.S. – Juan Carlos Guáqueta) propuestos o en sus páginas web. Además, en la sección de anexos, en el anexo H y en el anexo I, es posible encontrar la cotización de Sudeim S.A.S. y la cotización de Izatrans S.A., respectivamente.



Tabla 22. Costos de Materiales

MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	CANTIDAD DE COMPRA	UNIDAD DE COMPRA	TOTAL
Tanque	2	Unidad	\$ 359.136	2	Unidad	\$ 718.272
Bomba	1	Unidad	\$ 750.000	1	Unidad	\$ 750.000
Sensor	1	Unidad	\$ 35.000	1	Unidad	\$ 35.000
Geomalla	9	m <sup>2</sup>	\$ 6.226	1	m <sup>2</sup>	\$ 56.034
Geotextil	7	m <sup>2</sup>	\$ 3.282	1	m <sup>2</sup>	\$ 22.974
Mezcla	1	Unidad	\$ 250.000	1	Unidad	\$ 250.000
Anclaje	8	Unidad	\$ 45.000	1	Unidad	\$ 360.000
Tubería 3/4"	15,7	m	\$ 40.157	4	Tubos por 4,57 m	\$ 160.628
Tubería 1"	3	m	\$ 61.883	1	Tubos por 4,57 m	\$ 61.883
Acople T 3/4"	4	Unidad	\$ 4.201	4	Unidad	\$ 16.804
Acople 45° 3/4"	4	Unidad	\$ 4.488	4	Unidad	\$ 17.952
Acople 90° 3/4"	1	Unidad	\$ 3.144	1	Unidad	\$ 3.144
Adaptador Macho 1"	1	Unidad	\$ 16.117	1	Unidad	\$ 16.117
Adaptador Hembra 3/4"	2	Unidad	\$ 13.943	2	Unidad	\$ 27.886
Aspersor	1	Unidad	\$ 24.820	1	Unidad	\$ 24.820
Canastilla	1	Unidad	\$ 15.900	1	Unidad	\$ 15.900
Soporte	1	Unidad	\$ 945.000	1	Unidad	\$ 945.000
					TOTAL	\$ 3.482.414

Fuente: Autor

De acuerdo a la planeación de los materiales, el costo total de éstos para la elaboración de la planta es de 3.482.414 pesos. Mientras que los costos de mano de obra se establecen teniendo en cuenta que se propone contratar a dos operarios para el proyecto (ya que la elaboración de la planta consiste en ensamblar los materiales y componentes entregados por los proveedores) y se tomo como base para el cálculo el salario mínimo mensual legal vigente en Colombia. A continuación en la tabla 23 se muestra cada uno de los conceptos incluidos en el salario mínimo de Colombia.

Tabla 23. Salario Mínimo Mensual Legal Vigente en Colombia

CONCEPTO	VALOR
Sueldo	\$ 616.000
Subsidio de Transporte	\$ 72.000
Salario	\$ 688.000
Cesantías	\$ 57.310
Prima	\$ 57.310
Interes a las Cesantías	\$ 6.880
Vacaciones	\$ 25.687
Pensión	\$ 73.920
ARP	\$ 15.018
Parafiscales	\$ 24.640
Total Salario	\$ 948.766
Horas Mensuales	240
Total Salario por Hora	\$ 3.953

Fuente: Autor

Para la elaboración de una planta de tratamiento de aguas servidas se establece un tiempo de tres días cada uno de ocho horas laborales, en donde los operarios deberán ensamblar los componentes de la planta y elaborar la carpa de protección con los materiales suministrados por

los proveedores. En la tabla 24, mostrada a continuación, se presenta el cálculo del costo de mano de obra para la ejecución del proyecto, el cual se estima en 189.753 pesos.

Tabla 24. Costo de Mano de Obra

CONCEPTO	VALOR
Horas Diarias	8
Días	3
Total Salario por Hora	\$ 3.953
Número de Operarios	2
Total Mano de Obra	\$ 189.753

Fuente; Autor

Por otra parte, se deben definir los costos indirectos de fabricación (segundo componente del costo de venta del producto), estos a su vez se componen por servicios públicos y de transporte, construcciones y edificaciones, materiales indirectos de fabricación o no percibidos en el producto y mano de obra indirecta (instalación y mantenimiento de la planta). A continuación, en la tabla 25, es posible observar los costos de servicios de transporte y materiales indirectos establecidos por los proveedores Sudeim S.A.S. (transporte de soporte a Siberia), Izatrans S.A. (alquiler de grúa con brazo articulado para entrega de la planta al cliente), Ferricentro S.A. (remaches y herramientas) y Coval S.A. (soldadura para PVC).

Tabla 25. Costos de Servicios de Transporte y Materiales Indirectos de Fabricación

CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	CANTIDAD DE COMPRA	UNIDAD DE COMPRA	TOTAL
Transporte Sudeim S.A.S.	1	Unidad	\$ 400.000,00	1	Unidad	\$ 400.000,00
Alquiler Grúa	1	Día	\$ 1.500.000,00	1	Día	\$ 1.500.000,00
Remachadora Manual	1	Unidad	\$ 44.900,00	1	Unidad	\$ 44.900,00
Serrucho	2	Unidad	\$ 23.450,00	2	Unidad	\$ 46.900,00
Remaches	100	Unidad	\$ 6.500,00	1	Paquete por 100	\$ 6.500,00
Soldadura Tubería	1/16	Galón	\$ 100.694,00	1/4	Galón	\$ 25.173,50
					TOTAL	\$ 2.023.473,50

Fuente: Autor

Estos costos se calculan en un total de 2.023.473,5 pesos. Mientras que los costos de mano de obra indirecta se estiman en 700.000 pesos pues al no conocer el lugar exacto en donde se ubica el campamento petrolero se propone a la Empresa destinar este presupuesto para la instalación y mantenimiento del tanque. Esta información se puede verificar en la tabla 26, presentada a continuación.

Tabla 26. Costos de Mano de Obra Indirecta

CONCEPTO	VALOR
Viáticos	\$ 100.000
Transporte	\$ 250.000
Gastos de Viaje	\$ 350.000
Número de Operarios	2
Total Gastos	\$ 700.000

Fuente: Autor

Por otra parte, es necesario determinar los costos asociados a construcciones y edificaciones junto con los servicios públicos necesarios para la elaboración de las plantas, La Empresa AcuaCare S.A.S. cuenta con un centro de acopio de 250 m<sup>2</sup> en Siberia, el cual será utilizado para consolidar la planta, este centro está dotado con servicio de agua y electricidad, los cuales son fundamentales en el proceso de producción de las plantas. A continuación en la tabla 27 se estiman dichos costos, teniendo en cuenta el costo de arrendamiento por metro cuadrado en Siberia el cual corresponde a 21.667 pesos (es importante mencionar que para la elaboración de las plantas se utilizarán 100 m<sup>2</sup> del terreno), el costo total de agua y de electricidad el cual corresponde a 85.000 pesos y 57.000 pesos mensuales, respectivamente. Para dicho cálculo se considera el tiempo de elaboración de una planta de tratamiento de aguas servidas de un módulo, es decir, tres días.

Tabla 27. Costos de Servicios Públicos y Construcciones y Edificaciones

CONCEPTO	VALOR
Terreno	\$ 216.670
Agua	\$ 8.500
Electricidad	\$ 5.700
Total Gastos	\$ 230.870

Fuente: Autor

A partir de esta información, se procede a calcular el costo de venta del producto, el cual es de 6.626.510,72 pesos. Teniendo en cuenta esta información y la información del resultado del ejercicio de la Empresa (Anexo J) se evalúa el punto de equilibrio, con el fin de identificar la cantidad de productos que se deben elaborar con el fin de igualar los costos a los gastos. En la tabla 28, mostrada a continuación, es posible verificar dicho cálculo.

Tabla 28. Punto de Equilibrio AcuaCare S.A.S.

PRODUCTO	UNIDADES VENDIDAS	PARTICIPACIÓN	PRECIO	COSTO VARIABLE	MARGEN	MARGEN PONDERADO	PUNTO DE EQUILIBRIO	
A Planta Personal	8	88,89%	\$ 3.618.485	\$ 2.177.434	\$ 1.441.051	1.280.934,33	4,432	5
B Planta Móvil	1	11,11%	\$ 8.283.138	\$ 6.626.511	\$ 1.656.628	184.069,74	0,554	1
TOTAL	9	100,00%	\$ 11.901.624	\$ 8.803.945	\$ 3.097.679	1.465.004,08	4,986	6

Fuente: Autor

A partir del costo evaluado del producto propuesto y teniendo en cuenta la línea de producto actual de la Empresa, se observa que el punto de equilibrio es 4,432 unidades para el producto A y 0,554 unidades para el producto B, pero como la Empresa elabora plantas de tratamiento las cuales no se pueden fraccionar a la hora de venderlas el punto de equilibrio es 5 y 1 para el producto A y B, respectivamente, lo que quiere decir que los costos nunca van a igualar a los gastos. Además, el precio de venta del producto propuesto se estableció en 8.283.138 pesos, el cual permita generar una ganancia a la Empresa de 25% sobre el costo de elaboración, con el fin de guardar un margen aproximado al de la línea de producto actual de la Empresa.

### 6.1. ESCENARIO 1

El escenario 1, establece el análisis financiero de la elaboración de 6 plantas de tratamiento de aguas servidas para diferentes campamentos, cada una con capacidad de tratamiento de 900 litros al día correspondiente al caudal suministrado por seis personas. Este escenario considera la elaboración de las plantas en el mismo periodo de tiempo proyectado a partir del establecido para

la elaboración de una planta. El costo unitario del producto se establece en 4.923.041,88 pesos, es decir, un costo de venta de 29.538.251,30 pesos para las seis plantas. Esta información se puede verificar en el Anexo K. Haciendo uso de esta información se elabora un presupuesto el cual determina la participación de cada producto de la Empresa, tanto el actual como el propuesto, en los ingresos y ganancias proyectados. Dicha proyección se realizó a un año haciendo uso del valor acumulado del Estado de Pérdidas y Ganancias de la Empresa (Anexo J) y con el supuesto de que la demanda es constante a lo largo del año. Dicho presupuesto se muestra en la ilustración 42, mostrada a continuación.

Ilustración 42. Presupuesto Escenario 1 – AcuaCare S.A.S.

PRESUPUESTO ACUACARE S.A.S.						
Año 2014						
	Filtro Personal 70,17%		Planta Móvil 29,83%		AcuaCare S.A.S. 100,00%	
Ingresos	\$	86.843.643,00		\$	36.922.814,12	\$ 123.766.457,12
Costo de Venta	\$	56.586.366,00	65,16%	\$	29.538.251,30	80,00%
UTILIDAD BRUTA	\$	30.257.277,00	34,84%	\$	7.384.562,82	20,00%
						\$ 37.641.839,82 30,41%
Gastos Operacionales	\$	15.374.987,61	17,70%	\$	6.536.895,39	17,70%
UTILIDAD OPERACIONAL	\$	14.882.289,39	17,14%	\$	847.667,43	2,30%
						\$ 15.729.956,82 12,71%
Ingresos No Operacionales	\$	12.819,57	0,02%	\$	5.450,43	0,01%
Gastos No Operacionales	\$	439.924,02	0,72%	\$	187.039,98	0,51%
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS	\$	14.455.184,94	16,65%	\$	666.077,88	1,80%
						\$ 15.121.262,82 12,22%
Provisión Impuesto de Renta	\$	3.613.796,24	4,16%	\$	166.519,47	0,45%
Provisión Impuesto CREE	\$	1.300.966,64	1,50%	\$	59.947,01	0,16%
UTILIDAD NETA	\$	9.540.422,06	10,99%	\$	439.611,40	1,19%
						\$ 9.980.033,46 8,06%

Fuente: Autor

En el presupuesto presentado, es posible observar que la participación del producto propuesto es de 29,83% sobre el valor de los ingresos totales proyectados para la Empresa en el año 2014, además éste se vende a 6.153.802,35 pesos, precio que permite aumentar el nivel de margen por planta vendida pues al aumentar la producción los costos de elaboración de los productos disminuyen. Por otra parte, teniendo en cuenta la participación de los productos se hizo la asignación de gastos operacionales, ingresos no operacionales y gastos no operacionales. Además, esta proyección indica que la Empresa al finalizar el año tendrá una utilidad neta de 8,06% sobre el valor de los ingresos, lo que se considera como un buen margen de utilidad, que genera un alto impacto para la Empresa.

Por otra parte, partiendo del presupuesto realizado se elabora el flujo de caja para el escenario 1, mostrado en la tabla 29 presentada a continuación, con el fin de identificar la viabilidad de la propuesta.

Tabla 29. Flujo de Caja Escenario 1

PERIODO (MENSUAL)	FLUJO DE CAJA
0	\$ (35.000.000,00)
1	\$ 24.346.387,00
2	\$ 15.378.438,25
3	\$ 5.976.185,99
4	\$ (3.222.762,76)
5	\$ 8.875.576,75

PERIODO (MENSUAL)	FLUJO DE CAJA
6	\$ 21.240.628,00
7	\$ 33.338.967,50
8	\$ 45.704.018,75
Tasa de Oportunidad	12%
VPN	\$ 45.125.353,31
TIR	43,19%

Fuente: Autor

Con los resultados presentados en la tabla 29, es posible afirmar que este escenario requiere de una inversión inicial de 35.000.000 de pesos, los cuales permiten cubrir los costos de elaboración de las plantas propuestas. Se observa que el VPN es mayor a cero y la TIR es mayor a la tasa de oportunidad propuesta, sin embargo, en el periodo 4 se observa un flujo de caja negativo.

## 6.2. ESCENARIO 2

En el escenario 2, se evalúa el impacto y viabilidad financiera de la elaboración de 6 plantas de tratamiento de aguas servidas que respondan al caudal suministrado por 50 personas en un campamento petrolero, para ello cada planta debe tener 9 módulos o tanques Biofiltro y una cámara de recepción. Debido al gran volumen de producción es posible minimizar los costos de material por planta, además la pieza para anclaje entre el tanque y el cartucho puede elaborarse a partir de un proceso de inyección de plástico lo que minimiza los costos de elaborarla por mecanizado, aún con la inversión del molde que se debe hacer para producirlas ya que el costo de una pieza de estas en el mercado es de 800 pesos la unidad. El costo de una planta de tratamiento de aguas servidas como la del escenario 2 es de 21.540.759,67 pesos (Anexo L) la cual se vende en el mercado en 26.925.949,58 pesos, teniendo en cuenta el margen de utilidad propuesto de 25% sobre el costo de elaboración. Es importante mencionar que el costo por módulo disminuye a 2.393.417,74 pesos, en comparación al escenario uno. Para determinar la viabilidad y el impacto financiero del escenario 2 se utiliza la misma metodología del escenario 1. A continuación, en la ilustración 43, es posible observar el presupuesto proyectado en el año 2014 para el escenario 2.

Ilustración 43. Presupuesto Escenario 2 – AcuaCare S.A.S.

PRESUPUESTO ACUACARE S.A.S.						
Año 2014						
	Filtro Personal 34,96%		Planta Móvil 65,04%		AcuaCare S.A.S. 100,00%	
Ingresos	\$ 86.843.643,00		\$ 161.555.697,50		\$ 248.399.340,50	
Costo de Venta	\$ 56.586.366,00	65,16%	\$ 129.244.558,00	80,00%	\$ 185.830.924,00	74,81%
UTILIDAD BRUTA	\$ 30.257.277,00	34,84%	\$ 32.311.139,50	20,00%	\$ 62.568.416,50	25,19%
Gastos Operacionales	\$ 7.660.679,54	8,82%	\$ 14.251.203,46	8,82%	\$ 21.911.883,00	8,82%
UTILIDAD OPERACIONAL	\$ 22.596.597,46	26,02%	\$ 18.059.936,04	11,18%	\$ 40.656.533,50	16,37%
Ingresos No Operacionales	\$ 6.387,43	0,02%	\$ 11.882,57	0,01%	\$ 18.270,00	0,01%
Gastos No Operacionales	\$ 219.194,78	0,72%	\$ 407.769,22	0,25%	\$ 626.964,00	0,25%
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS	\$ 22.383.790,12	25,77%	\$ 17.664.049,38	10,93%	\$ 40.047.839,50	16,12%
Provisión Impuesto de Renta	\$ 5.595.947,53	6,44%	\$ 4.416.012,35	2,73%	\$ 10.011.959,88	4,03%
Provisión Impuesto CREE	\$ 2.014.541,11	2,32%	\$ 1.589.764,44	0,98%	\$ 3.604.305,56	1,45%
UTILIDAD NETA	\$ 14.773.301,48	17,01%	\$ 11.658.272,59	7,22%	\$ 26.431.574,07	10,64%

Fuente: Autor

En este presupuesto, es posible observar que al desarrollar este tipo de producto la Empresa tiene un incremento en los ingresos al igual que en los costos de venta, los cuales representan un 74,81% de los ingresos, es decir, el margen de ganancia es muy pequeño para este tipo de proyecto, pero gracias a que los gastos son mínimos se observa utilidad. En este escenario se observa que gracias a la magnitud de este proyecto su ponderación entre los productos de la Empresa es mayor en comparación al filtro personal, producto actual.

Por otra parte, partiendo del presupuesto realizado se elabora el flujo de caja para el escenario 2, mostrado en la tabla 30 presentada a continuación, con el fin de identificar la viabilidad de la propuesta.

Tabla 30. Flujo de Caja Escenario 2

PERIODO (MENSUAL)	FLUJO DE CAJA
0	\$ (160.000.000,00)
1	\$ 82.115.387,00
2	\$ 5.916.438,25
3	\$ (18.682.510,44)
4	\$ (12.881.459,19)
5	\$ 19.185.437,44
6	\$ 51.912.438,69
7	\$ 83.979.335,32
8	\$ 116.706.336,57
Tasa de Oportunidad	12%
VPN	\$ 16.839.396,34
TIR	14,67%

Fuente: Autor

A partir de los resultados presentados en la tabla 30, es posible concluir que este escenario requiere de una inversión inicial de 160.000.000 de pesos. En el escenario 2, se presentan flujos de caja negativos, haciendo que se deban hacer inversiones en dichos periodos con el fin de cubrir los gastos generados por la elaboración del proyecto. Por otra parte, es posible observar que la inversión inicial permite cubrir los costos de elaboración de las plantas propuestas. En este escenario, el VPN es mayor a cero y la TIR es mayor a la tasa de oportunidad establecida.

### 6.3. ESCENARIO 3

Este escenario, determina el impacto financiero para la Empresa por la elaboración de tres plantas de tratamiento de un módulo y tres plantas de tratamiento de nueve módulos, en donde se observa que el costo unitario por cada módulo Biofiltro es de 2.775.014,82 pesos, el cual es mayor al costo unitario del escenario 2 debido a que se elaboran menos módulos y significativamente menor al costo unitario del escenario 1, ya que las unidades elaboradas aumentan, esto se debe a que el escenario 3 es un escenario intermedio el cual busca acercarse al comportamiento del mercado (demanda de diferentes clases de productos). De acuerdo al presupuesto y a los costos de elaboración de las plantas, en este escenario las plantas de un módulo tienen un valor de 2.775.014,82 pesos y las plantas de nueve módulos tienen un valor 24.975.133,36 pesos cada una. La información de los costos asociados a la elaboración de las plantas evaluadas en este

escenario se puede verificar en el Anexo M. Por otra parte, en la ilustración 44 mostrada a continuación, es posible observar el presupuesto proyectado en el 2014 para el escenario 3.

Ilustración 44. Presupuesto Escenario 3 – AcuaCare S.A.S.

PRESUPUESTO ACUACARE S.A.S.						
Año 2014						
	Filtro Personal 45,49%		Planta Móvil 54,51%		AcuaCare S.A.S. 100,00%	
Ingresos	\$ 86.843.643,00		\$ 104.063.055,67		\$ 190.906.698,67	
Costo de Venta	\$ 56.586.366,00	65,16%	\$ 83.250.444,54	80,00%	\$ 139.836.810,54	73,25%
UTILIDAD BRUTA	\$ 30.257.277,00	34,84%	\$ 20.812.611,13	20,00%	\$ 51.069.888,13	26,75%
Gastos Operacionales	\$ 9.967.736,90	11,48%	\$ 11.944.146,10	11,48%	\$ 21.911.883,00	11,48%
UTILIDAD OPERACIONAL	\$ 20.289.540,10	23,36%	\$ 8.868.465,03	8,52%	\$ 29.158.005,13	15,27%
Ingresos No Operacionales	\$ 8.311,04	0,02%	\$ 9.958,96	0,01%	\$ 18.270,00	0,01%
Gastos No Operacionales	\$ 285.206,53	0,72%	\$ 341.757,47	0,33%	\$ 626.964,00	0,33%
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS	\$ 20.012.644,61	23,04%	\$ 8.536.666,53	8,20%	\$ 28.549.311,13	14,95%
Provisión Impuesto de Renta	\$ 5.003.161,15	5,76%	\$ 2.134.166,63	2,05%	\$ 7.137.327,78	3,74%
Provisión Impuesto CREE	\$ 1.801.138,01	2,07%	\$ 768.299,99	0,74%	\$ 2.569.438,00	1,35%
UTILIDAD NETA	\$ 13.208.345,44	15,21%	\$ 5.634.199,91	5,41%	\$ 18.842.545,35	9,87%

Fuente: Autor

El presupuesto proyectado establece un equilibrio entre el producto actual ofrecido por la Empresa y el producto propuesto, pues se observa una participación del 45,49% y del 54,51% para cada uno, respectivamente. En este presupuesto, el margen de ganancia es muy pequeño al igual que en el escenario 2, debido al tipo de proyecto evaluado pero gracias a que los gastos son mínimos éste genere utilidad.

Para complementar este análisis, se elabora el flujo de caja para el escenario 3 mostrado a continuación en la tabla 31 y así determinar la viabilidad de éste.

Tabla 31. Flujo de Caja Escenario 3

PERIODO (MENSUAL)	FLUJO DE CAJA
0	\$ (95.000.000,00)
1	\$ 57.490.187,00
2	\$ 21.666.038,25
3	\$ 12.293.686,11
4	\$ 3.094.737,36
5	\$ 11.889.560,49
6	\$ 48.909.527,74
7	\$ 57.704.350,87
8	\$ 94.724.318,12
Tasa de Oportunidad	12%
VPN	\$ 71.611.917,54
TIR	31,18%

Fuente: Autor

Teniendo en cuenta los resultados de la tabla 31, se puede afirmar que el escenario 3 requiere una inversión de 95.000.000 de pesos, los cuales permiten cubrir los costos de elaboración de las

plantas. En este escenario se observa que todos los flujos de caja son positivos. Además el VPN es mayor a cero y la TIR es mayor a la tasa de oportunidad.

Finalmente, se observa que gracias a los resultados del VPN y la TIR los tres escenarios son factibles, sin embargo el que genera más valor para la Empresa AcuaCare S.A.S. es el escenario 3 pues a pesar de no tener la TIR de mayor valor, éste no presenta flujos de caja negativos por lo tanto la inversión inicial garantiza el desarrollo del proyecto en su totalidad. Además, es importante resaltar que la evaluación financiera se hizo teniendo en cuenta la situación actual de la Empresa, es decir, con los resultados financieros del ejercicio de Enero a Abril de 2014, en donde se contempla la venta de filtros personales (producto actual).



## 7. CONCLUSIONES

- La caracterización de la cadena de suministros actual y propuesta se hizo a partir de los dos y cuatro primeros niveles del Modelo SCOR, el cual facilitó el entendimiento y comparación de los procesos ejecutados en la situación actual y en la propuesta.
- El diagnóstico estratégico permitió identificar que la principal estrategia de la Empresa es la relación con los proveedores (más específicamente con Juan Carlos Guáqueta, proveedor de los componentes del tanque Biofiltro) y contratistas, pues AcuaCare S.A.S. controla y supervisa las actividades ejecutadas por dichos eslabones. En la propuesta es posible identificar que dicha fortaleza fue utilizada al seleccionar al proveedor Juan Carlos Guáqueta como responsable del abastecimiento de los materiales necesarios para elaborar el contenido del tanque Biofiltro.
- Para diseñar la estructura móvil se priorizaron los requerimientos del cliente, en donde los más significativos para éste son que el sistema de tratamiento de aguas servidas debe responder al tamaño y características de la comunidad y adaptarse a las condiciones de movilidad del campamento petrolero, con una importancia de 31,8% y 15,0% para el cliente, respectivamente.
- Haciendo uso de una matriz de priorización se identificó que el material que se adapta en mayor proporción (39,08%) al diseño del soporte (componente de la estructura móvil) es el Acero Estructural A36, información obtenida a partir de la ponderación de criterios de disponibilidad, adaptabilidad al diseño, facilidad en el transporte, costo, peso y resistencia del material. Adicionalmente, se hizo un análisis de esfuerzos a los cuales se encuentra sometida dicha estructura en donde se observó que el esfuerzo máximo soportado es de 63,87 MPa, magnitud que no supera el esfuerzo último ni el esfuerzo de fluencia del material, por lo tanto el soporte no se rompe ni se deforma permanentemente.
- La selección de proveedores para la cadena de suministros propuesta se hizo teniendo en cuenta la facilidad en la entrega de materiales (es importante resaltar que el centro de acopio de la Empresa se encuentra en Siberia), costos de materiales, capacidad para responder al diseño del producto y tiempo de respuesta a las solicitudes de pedido por parte de la Empresa (considerando el tiempo de elaboración de las plantas propuestas en los diferentes escenarios de la evaluación financiera).
- Actualmente, AcuaCare S.A.S. cuenta con tres proveedores y un contratista los cuales proveen los materiales necesarios y garantizan la elaboración del filtro personal cuando un cliente así lo requiere. Por otra parte, la propuesta establece el uso de cinco proveedores, tres de ellos especializados en la elaboración de estructuras y componentes necesarios para el diseño de la planta, junto a una empresa transportista que permitirá la entrega del producto al cliente.
- Gracias a la presencia de comunidades en sectores ubicados fuera del área de cobertura del sistema de alcantarillado, la Empresa AcuaCare S.A.S. podrá desarrollar productos que permitan atender nuevos mercados. Esta oportunidad le permitirá dar a conocer sus productos y las ventajas que tiene sobre los productos ofrecidos por la competencia.
- Para una empresa en crecimiento es importante estructurar y definir claramente las actividades que desarrolla en cada proceso, con el objetivo de dar inicio a la estandarización de estos y facilitar su ejecución. Por lo tanto para la Empresa AcuaCare S.A.S., es fundamental alinear las actividades llevadas a cabo en el desarrollo del producto para garantizar el cumplimiento de las necesidades y requerimientos de los mercados que atiende y los mercados potenciales.
- La gestión sobre la cadena de suministros determina el cumplimiento en la entrega del producto al cliente o de ponerlo a disposición del mercado, por lo tanto es importante establecer relaciones estratégicas con proveedores que permitan dar respuesta a tiempo al cliente y

anticiparse a la variabilidad de la demanda. Es importante mencionar que se debe medir y controlar el desempeño tanto de proveedores como de la Empresa a través de indicadores de gestión que permitan visualizar la operación de ésta como un todo y de esta manera establecer planes de acción que garanticen el cumplimiento de las metas propuestas por la dirección.

- El desempeño del proveedor se traduce en el desempeño de la Empresa, ya que cualquier retraso en la entrega de componentes y/o materiales se ve reflejado en la entrega del producto terminado al cliente.
- El desarrollo de un producto empieza en el cliente, ya que es éste el que establece las necesidades y requerimientos que busca cumplir, los cuales deben ser traducidos en requerimientos de ingeniería ya que de esta forma se puede visualizar el producto en un contexto realista. Además, los materiales para la elaboración del producto deben responder al diseño del producto sin afectar su funcionalidad.
- A partir de la evaluación financiera, es posible afirmar que el escenario más factible para la Empresa y aquel que genera más valor es el cual establece la venta de tres plantas de tratamiento de un solo módulo y tres plantas de tratamiento de nueve módulos. Este escenario arrojó un VPN superior a cero y una TIR de 31,18%, además de tener flujos de caja positivos en los diferentes periodos proyectados. Cabe resaltar que este escenario es el que más se acerca a la realidad respecto al comportamiento del mercado, es decir, evalúa la demanda de diferentes clases de productos.

## 8. RECOMENDACIONES

Teniendo en cuenta la propuesta y a partir del análisis realizado en el presente trabajo, el autor establece las siguientes recomendaciones encaminadas a la mejora continua de los procesos llevados a cabo en la Empresa AcuaCare S.A.S.

- Evaluar y comparar nuevos diseños de plantas móviles con el propuesto, con el fin de determinar el diseño que más se adapte a los requerimientos del cliente y no afecte el desempeño del sistema de tratamiento de aguas servidas comercializado por la Empresa.
- Aprovechar que es una Empresa en crecimiento para estandarizar los procesos que desarrolla con el fin de facilitar el entrenamiento de personas nuevas en la organización.
- Hacer uso de los indicadores propuestos por el autor del trabajo para evaluar y controlar el desempeño de la cadena de suministros propia y de los proveedores.
- Mantener contacto directo con los proveedores, lo que permitirá conocer y entender su operación y dará pie a la alineación de las actividades desarrolladas por éste y por la Empresa.
- Hacer una adecuada planeación de los materiales y componentes para la elaboración de los productos de la Empresa, con el fin de solicitar lo requerido y evitar costos por inventario.
- Cada vez que se reciba materiales, componentes y productos realizar el debido control de calidad, con el fin de minimizar elementos no conformes que afecten el desarrollo del proceso de producción.
- Comunicar las metas y planes de acción en todas las áreas y niveles de la Empresa, con el fin de garantizar la alineación de los procesos al cumplimiento de éstas.
- Identificar nuevas oportunidades para el desarrollo de nuevos productos.
- Realizar un prototipo del diseño del producto propuesto para evaluar el escenario de implementación de la propuesta.
- Minimizar al máximo la generación de residuos de los procesos de producción llevados a cabo en la Empresa.
- Identificar la tendencia del mercado en la compra de los productos ofrecidos por la Empresa con el fin de garantizar la efectividad de las proyecciones realizadas.
- Identificar proveedores potenciales que se ajusten a los requerimientos de selección de la Empresa.
- Incentivar a los proveedores para que hagan la entrega de materiales y/o componentes en las fechas pactadas, para garantizar el cumplimiento de la fecha de entrega del producto terminado al cliente.
- Fomentar la comunicación entre las diferentes áreas de la organización para garantizar la transparencia de los procesos ejecutados.
- Evaluar el escenario de prestar el servicio de tratamiento de aguas servidas a partir del alquiler de módulos que cumplan con los requerimientos del cliente.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

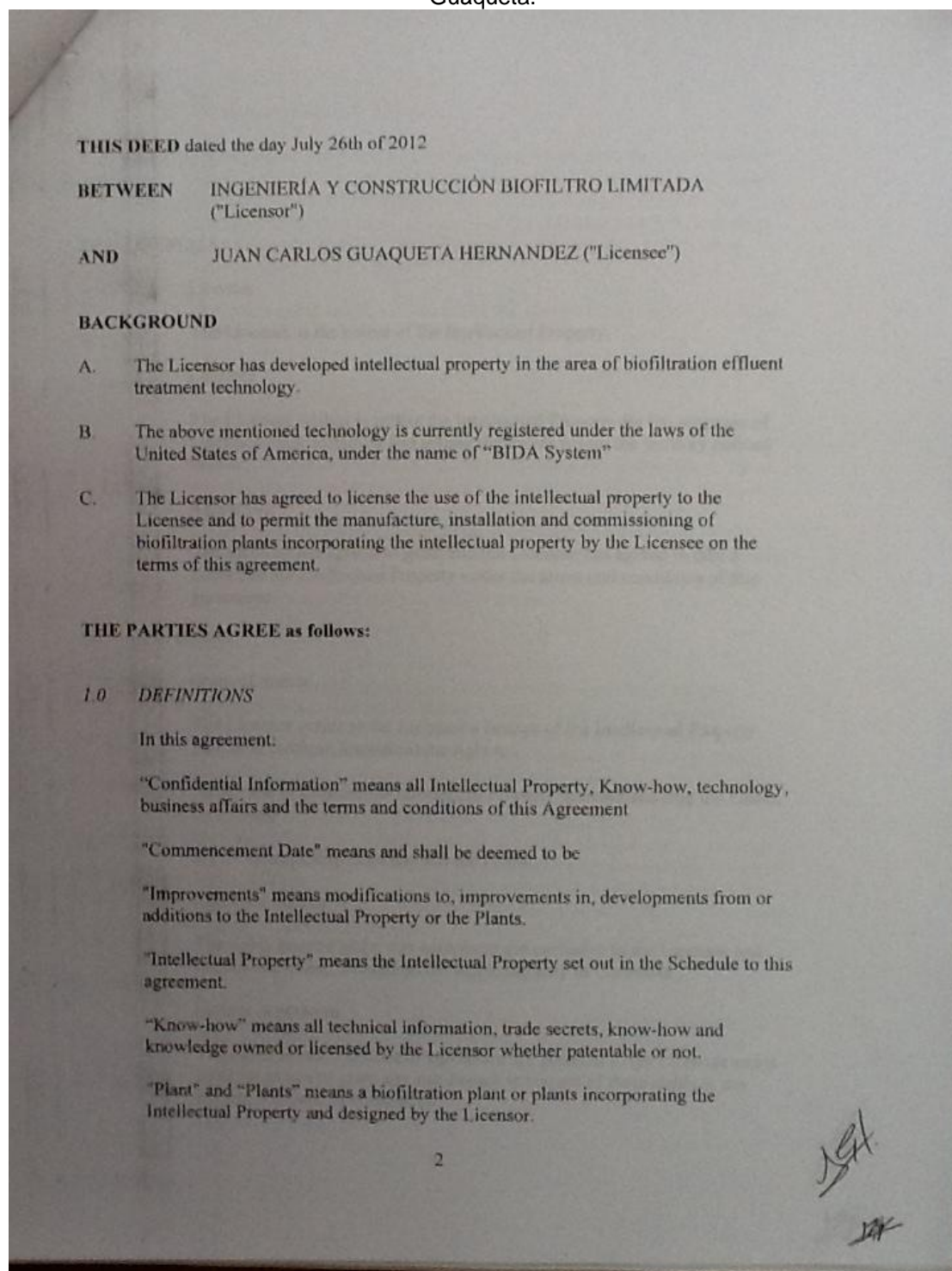
- *AcuaCare S.A.S.* (s.f.). Recuperado el 15 de Agosto de 2013, de <http://www.acuacare.com>
- Acuerdo de Licencia entre Ingeniería y Construcción Biofiltro Ltda. y Juan Carlos Guáqueta. (2012). *Acuerdo de Licencia*.
- Ajoever. (s.f.). *Ajoever: Trampa de Grasas*. Recuperado el 2014 de Marzo de 20, de <http://www.ajover.co/es/construccion/sistema-tratamiento-aguas-residuales/trampa-grasa-tg>
- Álvarez Ojeda, R. (2014). Asesoría Mecánica de Materiales.
- Amaya, J. *Gerencia, Planeación & Estrategia: Fundamentos, Modelo y Software de Planeación*. Prospectiva.
- Ballou, R. H. (2004). *Logística: Administración de la Cadena de Suministro*. Pearson Prentice Hall.
- Biofiltro - Innovación Medioambiental. (s.f.). *Biofiltro - Innovación Medioambiental*. Recuperado el 22 de Agosto de 2013, de <http://biofiltro.cl/historia.html>
- Bureau Veritas Formación. (2008). *Manual para la Formación en Medio Ambiente*. Lex Nova S.A.
- Cañas, H. (2014). Identificación de los Requerimientos del Cliente. (C. C. Jiménez Benavides, Entrevistador)
- COVAL. (s.f.). Recuperado el 2014 de Marzo de 20, de [http://www.coval.com.co/pdfs/manuales/man\\_eternit\\_tanque\\_septico.pdf](http://www.coval.com.co/pdfs/manuales/man_eternit_tanque_septico.pdf)
- Cuido el Agua. (s.f.). *CUIDO EL AGUA: Empapate de Información*. Recuperado el 31 de Agosto de 2013, de <http://www.cuidoelagua.org/empapate/aguasresiduales/plantatratamiento.html>
- Elpaís.com.co. (6 de Febrero de 2013). Sector Petrolero le Apuesta a un Crecimiento de entre el 9 y el 12%. *El País*.
- Esval S.A. (s.f.). *ESVAL: Agua Sana*. Recuperado el 31 de Agosto de 2013, de <http://portal.esval.cl/educacion/el-agua/aguas-servidas/>
- ETERNIT®. (s.f.). Recuperado el 2013 de Agosto de 22, de [http://www.artexus.com/Descargas/Otros\\_Productos/Sistemas%20Aguas%20Residuales.pdf](http://www.artexus.com/Descargas/Otros_Productos/Sistemas%20Aguas%20Residuales.pdf)
- Faundes Berkhoff, A. (Junio de 2012). *Biofiltro - Innovación Medioambiental*. Recuperado el 03 de Marzo de 2014, de [http://www.biofiltro.cl/PDF/BioFiltro\\_America\\_y\\_Economia.pdf](http://www.biofiltro.cl/PDF/BioFiltro_America_y_Economia.pdf)
- Goodfellow. (s.f.). *Lista Alfabética de Materiales - Material para Mecanizado - Estado*. Recuperado el 02 de Abril de 2014, de <http://www.goodfellow.com/S/Material-para-mecanizado-Estado.html>
- Guáqueta, J. C. (2013). (C. C. Jiménez Benavides, Entrevistador)
- Hibbeler, R. C. (2006). *Mecánica de Materiales. Sexta Edición*. Prentice Hall.
- Jiménez Beltrán, W. (2014). Asesoría.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (25 de Octubre de 2010). *Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible*. Recuperado el 05 de Septiembre de 2013, de [http://www.minambiente.gov.co/documentos/normativa/decreto/dec\\_3930\\_251010.pdf](http://www.minambiente.gov.co/documentos/normativa/decreto/dec_3930_251010.pdf)
- Ministerio de Minas y Energía. (n.d.). *Ministerio de Minas y Energía. República de Colombia*. Retrieved 2013 йил 25-Agosto from Hidrocarburos: [http://www.minminas.gov.co/minminas/downloads/UserFiles/File/Memorias/Memorias\\_2012/3-CapituloHidrocarburosGas.pdf](http://www.minminas.gov.co/minminas/downloads/UserFiles/File/Memorias/Memorias_2012/3-CapituloHidrocarburosGas.pdf)
- Ministerio de Minas y Energía. (n.d.). *Ministerio de Minas y Energía. República de Colombia*. Retrieved 2014 йил 01-Mayo from La Política Petrolera, Resultados y Proyección. Años 2010 – 2015:

[http://www.minminas.gov.co/minminas/downloads/UserFiles/File/hidrocarburos/PRESENTACION%20CAMPETROL%20\(Feb%2010%2010\)%20\(2\).pdf](http://www.minminas.gov.co/minminas/downloads/UserFiles/File/hidrocarburos/PRESENTACION%20CAMPETROL%20(Feb%2010%2010)%20(2).pdf)

- Ministerio del Medio Ambiente. (1999). Guía de Manejo Ambiental para Proyectos de Perforación de Pozos de Petróleo y Gas. Versión No. 1. Colombia.
- Organización de las Naciones Unidas. (2003). *ONU*. Recuperado el 22 de Agosto de 2013, de <http://www.un.org/spanish/events/water/Devidaomuerte.htm>
- Periódico el Mercurio - Chile. (14 de Agosto de 2010). *Biofiltro - Innovación Medioambiental*. Recuperado el 22 de Agosto de 2013, de [http://biofiltro.cl/PDF/NEGOCIOS\\_MERCURIO.pdf?Paginald=20&bodyid=0&dt=2010-nov-19](http://biofiltro.cl/PDF/NEGOCIOS_MERCURIO.pdf?Paginald=20&bodyid=0&dt=2010-nov-19)
- Revista La Tercera - Chile. (16 de Enero de 2012). *Biofiltro - Innovación Medioambiental*. Recuperado el 22 de Agosto de 2013, de [http://biofiltro.cl/PDF/LA\\_TERCERA\\_2012.pdf](http://biofiltro.cl/PDF/LA_TERCERA_2012.pdf)
- Rolim Mendoça, S. *Sistemas de Lagunas de Estabilización: Cómo Utilizar Aguas Residuales en Sistemas de Regadío*. McGraw Hill.
- Sánchez Gómez, M. G. (2008). *Cuantificación de Valor en la Cadena de Suministro Extendida*. Del Blanco Editores.
- Slone, R., Dittmann, P., & Mentzer, J. (2011). *Transformando la Cadena de Suministro: Innovando para la Creación de Valor en Todos los Procesos Críticos*. PROFIT.
- Superintendencia de Servicios Públicos – República de Colombia. (n.d.). *Sistema Único de Información de Servicios Públicos: SUI*. Retrieved 2014 йил 01-Mayo from <http://www.sui.gov.co/SUIAuth/logon.jsp>
- Supply Chain Council. (2010). *SCOR® Quick Reference Guide*. Retrieved 2014 йил 29-Abril from Version 10.0: [https://supply-chain.org/f/QRG-layout10-web\\_0.pdf](https://supply-chain.org/f/QRG-layout10-web_0.pdf)
- Supply Chain Council. (2008). *Supply Chain Council*. Recuperado el 03 de Marzo de 2014, de <https://supply-chain.org/f/SCOR%2090%20Overview%20Booklet.pdf>
- Ulrich, K. T., & Eppinger, S. D. *Diseño y Desarrollo de Productos: Enfoque Multidisciplinario. Tercera Edición*. McGraw Hill.

## ANEXOS

Anexo A. Acuerdo de Licencia entre Ingeniería y Construcción Biofiltro Ltda. y Juan Carlos Guáqueta.



Fuente: AcuaCare S.A.S.

Anexo B. Cuadro Comparativo entre Tecnologías.



Página Web  
PBX  
Dirección

[www.acuacare.com](http://www.acuacare.com)  
57 1 6205455  
Calle 109 No 198-11, Bogotá Colombia

Concepto	Anaeróbico		Aeróbico (Lodos Activados)		AcuaCare	Ahorro
Costo de Operación general /m3	Medio (\$600/m3)		Alto (\$900-\$2.000/m3)		Bajo (\$450-\$600/m3)	>70%
Costo de Aireación	Ninguno		24 horas/año		Ninguno	>100%
Costo Electrico	Medio (Desde 1Kwh/m3)		Alto (Más de 1Kwh/m3)		Bajo (0,075Kwh/m3)	>80%
Costo retiro de lodos	Medio (\$560/kg media producción)		Alto (\$560/kg alta producción)		NA (no genera lodos)	>100%
Costo Hora Hombre operario	Medio (\$8.168/hh)		Alto (\$11.920/hh)		Bajo (\$5.900/hh)	>50%
Horas hombre necesarias/día	Medio		Alto		Bajo (Depende del caudal)	>30%
Costo de insumos	Medio		Alto		Bajo (sin insumos, solo mantenimiento anual)	>80%
Generación de Olores	Medio		Alto		Sin olores!	NA
Efectividad con altas cargas orgánicas	Alta		Media		Alta	NA
Requerimiento de capacitación	Bajo Horas		Alto Días a semanas		Bajo Horas	NA
Subproductos	Lodos y abonos (10% de la materia orgánica degradada)		Lodos		Abonos orgánicos (Humus)	NA
Subproductos gaseosos	Biogas (CO2, CH4, H, S)		CO2		No genera gases	NA

Fuente: AcuaCare S.A.S.

#### Anexo C. Preguntas a Juan Carlos Guáqueta, CEO AcuaCare S.A.S.

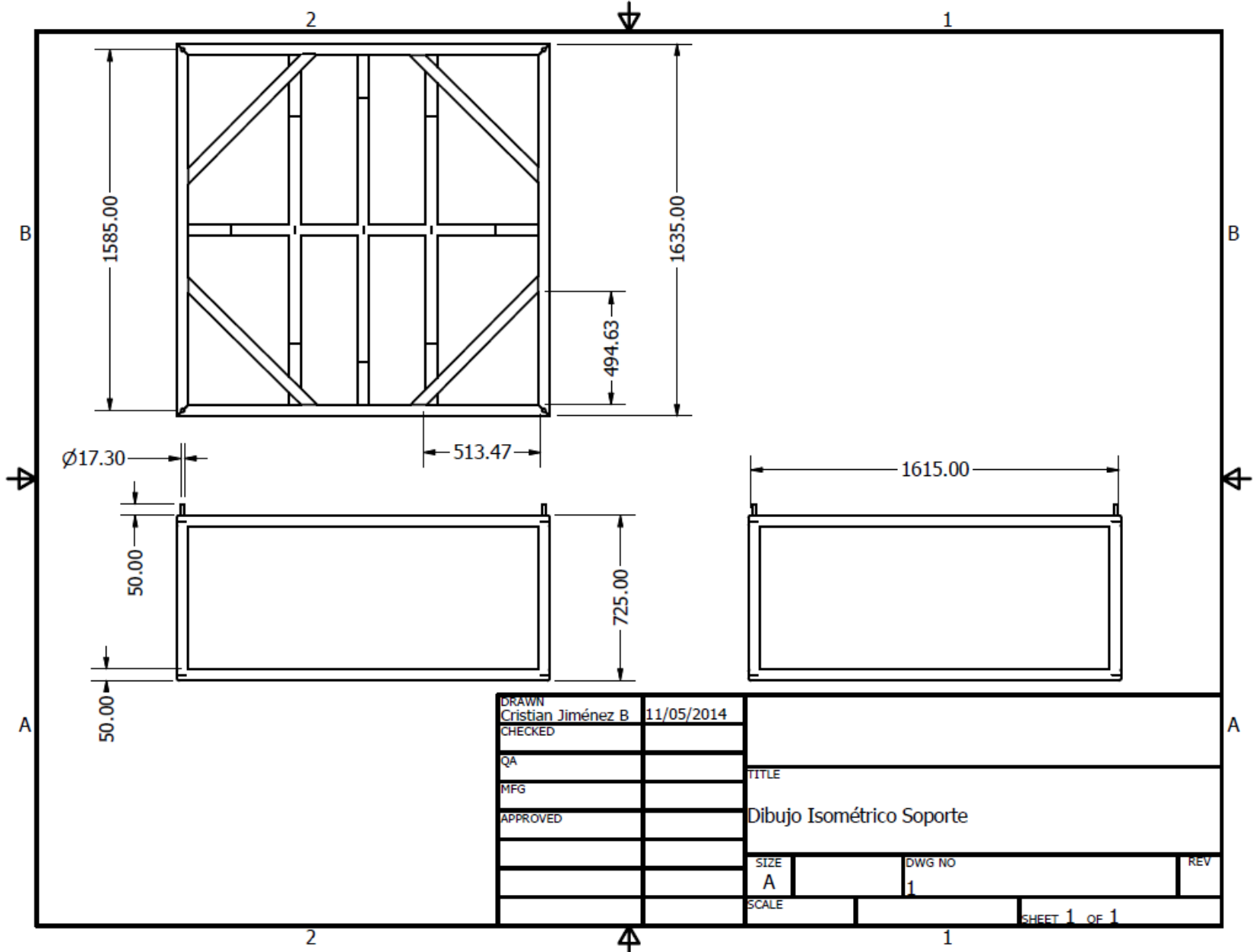
1. ¿Qué productos ofrece la Empresa AcuaCare S.A.S. y cuál es su posicionamiento en el mercado?
2. ¿Cuál es el mercado objetivo?
3. ¿Cuál es la competencia?
4. ¿En qué consiste el sistema de tratamiento de aguas servidas y residuos líquidos industriales ofrecido por la Empresa?
5. ¿El Sistema BIDA® se encuentra avalado por alguna autoridad sanitaria en Colombia? ¿Es necesario el aval para su comercialización?
6. ¿Cuáles son los beneficios del Sistema BIDA® frente a otros sistemas de tratamiento de aguas servidas?
7. ¿Cómo es el proceso de desarrollo de los productos ofrecidos por la Empresa y quiénes son los responsables de cada subproceso?
8. ¿Cuántos y cuáles proveedores tiene la Empresa?
9. ¿Cómo es el abastecimiento y recepción de materiales y componentes?
10. ¿Cómo y en dónde se consolidan los materiales y componentes para la elaboración de la planta?
11. ¿Cómo se lleva a cabo la entrega del producto final al cliente?
12. ¿Cómo es la interacción entre los eslabones de la cadena de suministros?
13. ¿El producto requiere algún tipo de mantenimiento? ¿Cómo se realiza?
14. ¿Qué busca la Empresa? ¿Cuáles son las metas y objetivos?

#### Anexo D. Preguntas a Héctor Cañas, Exfuncionario de una Empresa de Petróleo.

1. ¿Cuál es el headcount de un campamento petrolero en Colombia?
2. ¿Cada cuánto cambia de ubicación un campamento petrolero?
3. ¿Cómo se realiza el levantamiento del campamento?
4. ¿Cómo se realiza el abastecimiento de agua potable al campamento petrolero?
5. ¿Qué actividades domésticas se llevan a cabo en el campamento?
6. ¿Cómo se realiza la disposición y tratamiento de aguas servidas generadas por el campamento? ¿Qué método utilizan y en qué consiste?
7. ¿Al hacer uso de este método se debe realizar algún tipo de mantenimiento? ¿Cómo se realiza? ¿Cada cuánto?
8. ¿Cómo es la selección del método de tratamiento de aguas servidas a utilizar por el campamento?
9. ¿Cuál es el objetivo principal de tratar las aguas servidas generadas por el campamento?
10. ¿Qué espera del sistema de tratamiento utilizado?
11. ¿Conoce algún otro método para el tratamiento de aguas servidas?
12. ¿Conoce las ventajas y desventajas del método de tratamiento utilizado actualmente?
13. ¿Cuál es su interés sobre una planta de tratamiento de aguas servidas que se adapte a las condiciones de cambio de ubicación de los campamentos?



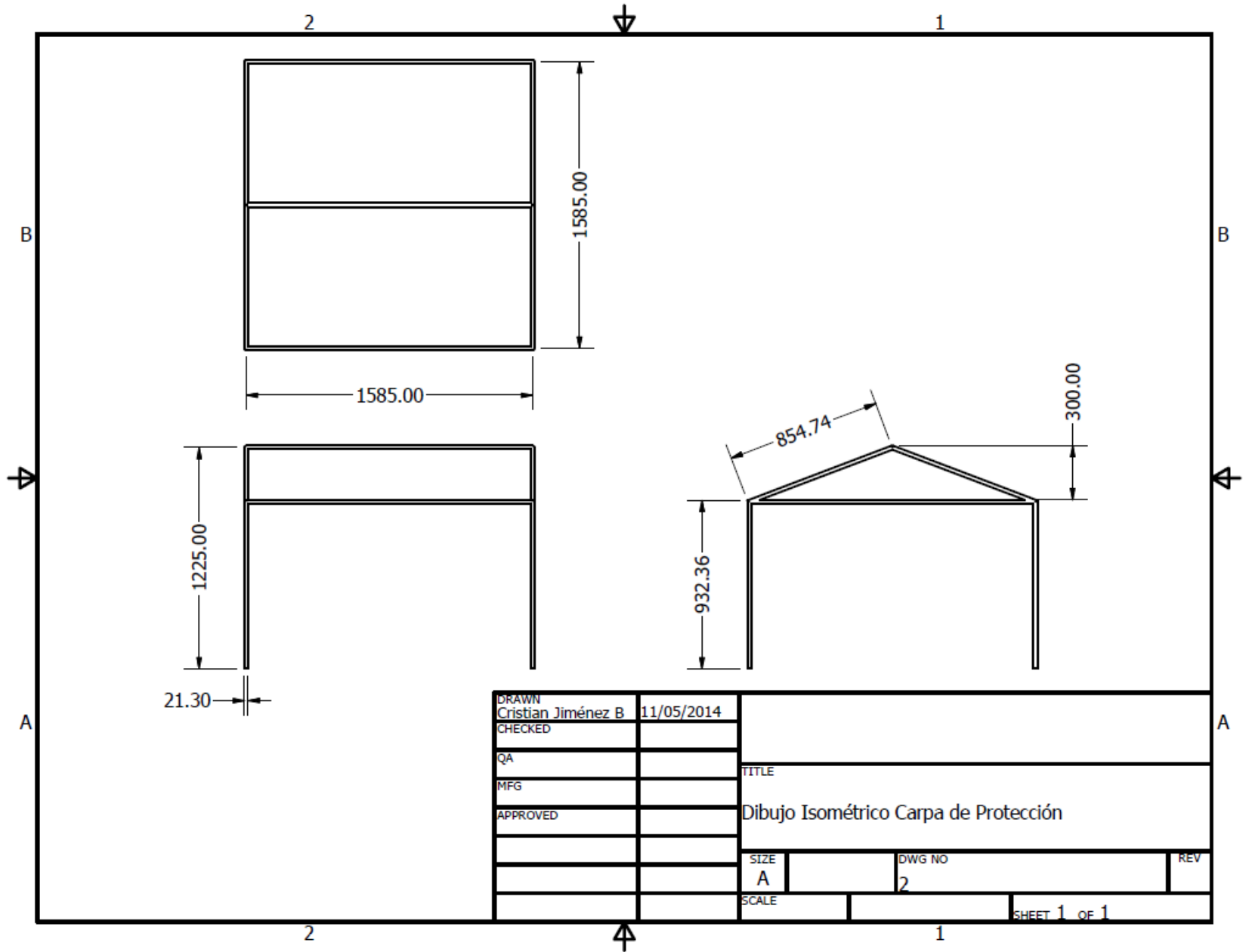
Anexo E. Dibujo Isométrico Soporte



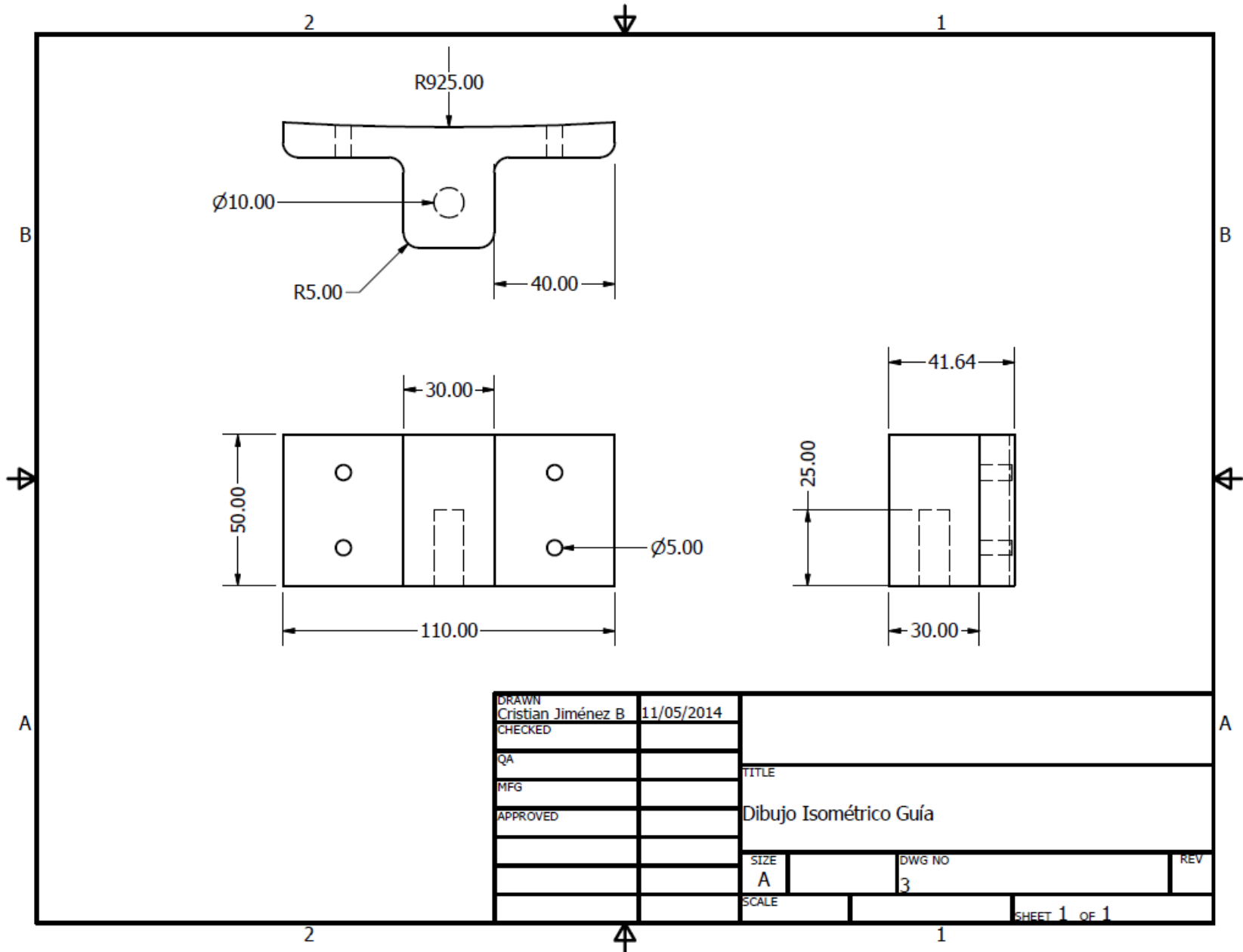
DRAWN	Cristian Jiménez B	11/05/2014		
CHECKED				
QA			TITLE	
MFG			Dibujo Isométrico Soporte	
APPROVED			SIZE	DWG NO
			A	1
			SCALE	REV
			SHEET 1 OF 1	

Fuente: Autor

Anexo F. Dibujo Isométrico Carpa de Protección



Anexo G. Dibujo Isométrico Pieza para Anclaje



DRAWN	Cristian Jiménez B	11/05/2014		
CHECKED				
QA			TITLE	
MFG			Dibujo Isométrico Guía	
APPROVED			SIZE	DWG NO
			A	3
			SCALE	REV
			SHEET 1 OF 1	

Anexo H. Cotización Soporte Sudeim S.A.S.



**SUDEIM S.A.S.**

Mecánica Agroindustrial - Plantas Extractoras de  
Aceite de Palma Africana - Estructuras Metálicas  
Tanques Almacenamiento - Equipos  
Transporte a Granel - Montajes Industriales  
INGENIERÍA



Bogotá D. C. 09 de Mayo de 2014

Señor:  
Cristian Jiménez Benavidez  
GRUMAS LTDA  
Ciudad

Cotización N° 109-2014

A continuación encontrarán la mejor oferta para el suministro y fabricación de los siguientes elementos.

**1. CARACTERÍSTICAS Y VALORES**

- 1.1 Suministro y Fabricación de Nueve (9) Estructuras Metálicas DE 1635mm x 1615mm x 675mm de altura construidas a partir de tubo cuadrado estructural 50 x 50mm A-500 Gr-C.

VALOR UNITARIO	\$	945.000.00
VALOR TOTAL	\$	8'505.000.00

- 1.2 Suministro de Transporte de Nueve (9) Estructuras Metálicas Bogotá - Siberia.

VALOR TOTAL	\$	406.000.00
-------------	----	------------

**2. EXCLUSIONES**

- 2.1 El valor al Impuesto Agregado IVA, el cual se cobrará a la tasa vigente en el momento de efectuar nuestra factura.  
2.2 Montaje.

**3. PLAZO DE ENTREGA**

20 Días

**4. FORMA DE PAGO**

50% Anticipo  
50% Contado

**5. VALIDEZ DE LA OFERTA**

Treinta (30) días a partir de la fecha.

  
LUIS ALBERTO NEUTA OSTOS  
Sub Gerente

Anexo I. Cotización Grúa con Brazo Articulado Izatrans S.A.



Bogotá, D.C. Mayo 09 de 2014

COT-IZA-166-14

**SEÑORES**

Atn. Ing. **CRISTIAN JIMENEZ**  
Ciudad.

**Asunto:** Cotización suministro y operación camión grúa de brazo articulado para Traslado de mercancía en la ciudad de Bogotá.

Cordial saludo,

Nos permitimos presentar propuesta del asunto

1. Alcance del servicio

Suministro de camión, para trabajar en el sitio pactado con el cliente por periodos diurnos, semanales y/o mensuales.

2. Características del camión grúa disponible para el servicio

CAMION	GRUA DE BRAZO ARTICULADO	VISTA
<b>Marca:</b> INTERNATIONAL <b>Modelo:</b> 2012 <b>Línea:</b> 4300 <b>Placa:</b> SSW 806	<b>Marca:</b> PM <b>Modelo:</b> PM 19024 <b>Capacidad:</b> 8800 kg a 1.8 m <b>Radio:</b> 1.8 m - 12.05 m <b>Año fabricación:</b> 2011	
<b>Marca:</b> INTERNATIONAL <b>Modelo:</b> 2013 <b>Línea:</b> 470 HM <b>Placa:</b> SSX 141	<b>Marca:</b> PM <b>Modelo:</b> PM 19024 <b>Capacidad:</b> 8800 kg a 1.8 m <b>Radio:</b> 1.8 m - 12.05 m <b>Año fabricación:</b> 2012	

3. Condiciones generales por parte de la empresa que suministra el equipo (IZATRANS S.A.)

- Equipo certificado
- Elementos de izaje convencionales certificados

Info: pagina web: [www.izatrans.com](http://www.izatrans.com) [izatrans@hotmail.es](mailto:izatrans@hotmail.es) Kra 72 No 79 A 08 Tel: 4383425  
Cel: (311)8774971  
Bogotá, D.C., Colombia

- Equipo certificado con todos los documentos vigentes (SOAT, RTM, registro nacional de carga etc.)
  - Mantenimiento oportuno del equipo
  - Operador del equipo
  - Combustible del equipo durante la prestación del servicio
4. Condiciones generales por parte de la empresa contratante
- Manifiestos de carga
  - Firma oportuna de las planillas control de trabajos
  - Pago de peajes, y costos de movilización en caso de que la operación lo amerite
5. Valor del servicio

**Valor mensual del servicio**

- El suministro de camión grúa de brazo articulado por periodos mensuales para cargue, descargue y transporte de tanques \$ 18.000.000,00 más IVA. Por unidad
  - El suministro de camión grúa de brazo articulado por periodos semanal para cargue, descargue y transporte de tanques \$ 6.000.000,00 más IVA. Por unidad
  - El suministro de camión grúa de brazo articulado por día para cargue, descargue y transporte de tanques \$ 1.500.000,00 más IVA. Por unidad
  - Movilización y desmovilización del equipo a convenir según el sitio de descargue.
6. Esta oferta tiene vigencia hasta Diciembre 31 de 2014.

Cualquier aclaración con gusto la suministraremos.

Cordialmente,



Carolina Gordillo  
Gerente General

Info: pagina web: [www.izatrans.com](http://www.izatrans.com) [izatrans@hotmail.es](mailto:izatrans@hotmail.es) Kra 72 No 79 A 08 Tel: 4383425  
Cel: (311)8774971  
Bogotá, D.C., Colombia

Anexo J. PYG AcuaCare S.A.S.

<b>ESTADO DE PERDIDAS Y GANACIAS</b>		
AcuaCare S.A.S.		
De Enero 01 a Abril 30 de 2014		
Análisis Vertical		
Ingresos	\$ 28.947.881,00	
Costo de Venta	<u>\$ 18.862.122,00</u>	65,16%
UTILIDAD BRUTA	\$ 10.085.759,00	34,84%
Gastos Operacionales	<u>\$ 7.303.961,00</u>	25,23%
UTILIDAD OPERACIONAL	\$ 2.781.798,00	9,61%
Ingresos No Operacionales	\$ 6.090,00	0,02%
Gastos No Operacionales	<u>\$ 208.988,00</u>	0,72%
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS	\$ 2.578.900,00	8,91%
Provisión Impuesto de Renta	\$ 644.725,00	2,23%
Provisión Impuesto CREE	<u>\$ 232.101,00</u>	0,80%
UTILIDAD NETA	<u>\$ 1.702.074,00</u>	5,88%

Fuente: AcuaCare S.A.S.

## Anexo K. Costo de Elaboración del Producto Escenario 1

### Costos de Materiales Directos

MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	CANTIDAD DE COMPRA	UNIDAD DE COMPRA	TOTAL
Tanque	12	Unidad	\$ 359.136	12	Unidad	\$ 4.309.632
Bomba	6	Unidad	\$ 750.000	6	Unidad	\$ 4.500.000
Sensor	6	Unidad	\$ 35.000	6	Unidad	\$ 210.000
Geomalla	51	m <sup>2</sup>	\$ 6.226	51	m <sup>2</sup>	\$ 317.526
Geotextil	37	m <sup>2</sup>	\$ 3.282	37	m <sup>2</sup>	\$ 121.434
Mezcla	6	Unidad	\$ 250.000	6	Unidad	\$ 1.500.000
Anclaje	48	Unidad	\$ 45.000	48	Unidad	\$ 2.160.000
Tubería 3/4"	94	m	\$ 40.157	24	Tubos por 4,57 m	\$ 963.768
Tubería 1"	18	m	\$ 61.883	6	Tubos por 4,57 m	\$ 371.298
Acople T 3/4"	24	Unidad	\$ 4.201	24	Unidad	\$ 100.824
Acople 45° 3/4"	24	Unidad	\$ 4.488	24	Unidad	\$ 107.712
Acople 90° 3/4"	6	Unidad	\$ 3.144	6	Unidad	\$ 18.864
Adaptador Macho 1"	6	Unidad	\$ 16.117	6	Unidad	\$ 96.702
Adaptador Hembra 3/4"	12	Unidad	\$ 13.943	12	Unidad	\$ 167.316
Aspersor	6	Unidad	\$ 24.820	6	Unidad	\$ 148.920
Canastilla	6	Unidad	\$ 15.900	6	Unidad	\$ 95.400
Soporte	6	Unidad	\$ 945.000	6	Unidad	\$ 945.000
					TOTAL	\$ 16.134.396

### Costos Mano de Obra Directa

CONCEPTO	VALOR
Horas Diarias	8
Días	18
Total Salario por Hora	\$ 3.953
Número de Operarios	2
Total Mano de Obra	\$ 1.138.519

### Costos Servicios de Transporte y Materiales Indirectos

CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	CANTIDAD DE COMPRA	UNIDAD DE COMPRA	TOTAL
Transporte Sudeim S.A.S.	1	Unidad	\$ 400.000,00	1	Unidad	\$ 400.000,00
Alquiler Grúa	1	Semana	\$ 6.000.000,00	1	Semana	\$ 6.000.000,00
Remachadora Manual	1	Unidad	\$ 44.900,00	1	Unidad	\$ 44.900,00
Serrucho	2	Unidad	\$ 23.450,00	2	Unidad	\$ 46.900,00
Remaches	600	Unidad	\$ 6.500,00	6	Paquete por 100	\$ 39.000,00
Soldadura para Tubería	3/8	Galón	\$ 49.772,00	3	3/8 Galón	\$ 149.316,00
					TOTAL	\$ 6.680.116,00

### Costos Mano de Obra Indirecta

CONCEPTO	VALOR
Viaticos	\$ 100.000
Transporte	\$ 250.000
Gastos de Viaje	\$ 350.000
Número de Operarios	2
Total Gastos	\$ 4.200.000

### Costos de Servicios Públicos y Edificaciones

CONCEPTO	VALOR
Terreno	\$ 1.300.020
Agua	\$ 51.000
Electricidad	\$ 34.200
Total Gastos	\$ 1.385.220

Fuente: Autor



## Anexo L. Costo de Elaboración del Producto Escenario 2

### Costos Materiales Directos

MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	CANTIDAD DE COMPRA	UNIDAD DE COMPRA	TOTAL
Tanque	60	Unidad	\$ 359.136	60	Unidad	\$ 21.548.160
Bomba	6	Unidad	\$ 750.000	6	Unidad	\$ 4.500.000
Sensor	6	Unidad	\$ 35.000	6	Unidad	\$ 210.000
Geomalla	459	m <sup>2</sup>	\$ 1.400.850	2	Rollos por 300 m <sup>2</sup>	\$ 2.801.700
Geotextil	333	m <sup>2</sup>	\$ 3.282	333	m <sup>2</sup>	\$ 1.092.906
Mezcla	54	Unidad	\$ 250.000	54	Unidad	\$ 13.500.000
Anclaje	432	Unidad	\$ 800	432	Unidad	\$ 345.600
Tubería 3/4"	846	m	\$ 40.157	186	Tubos por 4,57 m	\$ 7.469.202
Tubería 1"	162	m	\$ 61.883	54	Tubos por 4,57 m	\$ 3.341.682
Acople T 3/4"	216	Unidad	\$ 4.201	216	Unidad	\$ 907.416
Acople 45° 3/4"	216	Unidad	\$ 4.488	216	Unidad	\$ 969.408
Acople 90° 3/4"	54	Unidad	\$ 3.144	54	Unidad	\$ 169.776
Adaptador Macho 1"	54	Unidad	\$ 16.117	54	Unidad	\$ 870.318
Adaptador Hembra 3/4"	108	Unidad	\$ 13.943	108	Unidad	\$ 1.505.844
Aspersor	54	Unidad	\$ 24.820	54	Unidad	\$ 1.340.280
Canastilla	6	Unidad	\$ 15.900	6	Unidad	\$ 95.400
Soporte	54	Unidad	\$ 945.000	54	Unidad	\$ 8.505.000
					<b>TOTAL</b>	<b>\$ 69.172.692</b>

### Costos Mano de Obra Directa

CONCEPTO	VALOR
Horas Diarias	8
Días	27
Total Salario por Hora	\$ 3.953
Número de Operarios	6
Total Mano de Obra	\$ 5.123.336

### Costos Servicios de Transporte y Materiales Indirectos

CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	CANTIDAD DE COMPRA	UNIDAD DE COMPRA	TOTAL
Transporte Sudeim S.A.S.	6	Unidad	\$ 400.000,00	6	Unidad	\$ 2.400.000,00
Alquiler Grúa	1	Mes	\$ 15.000.000,00	2	Meses	\$ 30.000.000,00
Remachadora Manual	3	Unidad	\$ 44.900,00	3	Unidad	\$ 134.700,00
Serrucho	6	Unidad	\$ 23.450,00	6	Unidad	\$ 140.700,00
Remaches	5400	Unidad	\$ 6.500,00	54	Paquete por 100	\$ 351.000,00
Soldadura para Tubería	3/8	Galón	\$ 49.772,00	25	3/8 Galón	\$ 1.244.300,00
Molde para Anclaje	1	Unidad	\$ 6.000.000,00	1	Unidad	\$ 6.000.000,00
					<b>TOTAL</b>	<b>\$ 40.270.700,00</b>

### Costos Mano de Obra Indirecta

CONCEPTO	VALOR
Viaticos	\$ 100.000
Transporte	\$ 250.000
Gastos de Viaje	\$ 350.000
Número de Operarios	6
Total Gastos	\$ 12.600.000

### Costos de Servicios Públicos y Edificaciones

CONCEPTO	VALOR
Terreno	\$ 1.950.030
Agua	\$ 76.500
Electricidad	\$ 51.300
Total Gastos	\$ 2.077.830

Fuente: Autor

## Anexo M. Costo de Elaboración del Producto Escenario 3

### Costos Materiales Directos

MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	CANTIDAD DE COMPRA	UNIDAD DE COMPRA	TOTAL
Tanque	36	Unidad	\$ 359.136	36	Unidad	\$ 12.928.896
Bomba	6	Unidad	\$ 750.000	6	Unidad	\$ 4.500.000
Sensor	6	Unidad	\$ 35.000	6	Unidad	\$ 210.000
Geomalla	255	m <sup>2</sup>	\$ 1.400.850	1	Rollos por 300 m <sup>2</sup>	\$ 1.400.850
Geotextil	185	m <sup>2</sup>	\$ 3.282	185	m <sup>2</sup>	\$ 607.170
Mezcla	30	Unidad	\$ 250.000	30	Unidad	\$ 7.500.000
Anclaje	240	Unidad	\$ 800	240	Unidad	\$ 192.000
Tubería 3/4"	470	m	\$ 40.157	103	Tubos por 4,57 m	\$ 4.136.171
Tubería 1"	90	m	\$ 61.883	20	Tubos por 4,57 m	\$ 1.237.660
Acople T 3/4"	120	Unidad	\$ 4.201	120	Unidad	\$ 504.120
Acople 45° 3/4"	120	Unidad	\$ 4.488	120	Unidad	\$ 538.560
Acople 90° 3/4"	30	Unidad	\$ 3.144	30	Unidad	\$ 94.320
Adaptador Macho 1"	30	Unidad	\$ 16.117	30	Unidad	\$ 483.510
Adaptador Hembra 3/4"	60	Unidad	\$ 13.943	60	Unidad	\$ 836.580
Aspersor	30	Unidad	\$ 24.820	30	Unidad	\$ 744.600
Canastilla	6	Unidad	\$ 15.900	6	Unidad	\$ 95.400
Soporte	30	Unidad	\$ 945.000	30	Unidad	\$ 4.725.000
<b>TOTAL</b>						<b>\$ 40.734.837</b>

### Costos Mano de Obra Directa

CONCEPTO	VALOR
Horas Diarias	8
Días	21
Total Salario por Hora	\$ 3.953
Número de Operarios	6
Total Mano de Obra	\$ 3.984.818

### Costos Servicios de Transporte y Materiales Indirectos

CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	CANTIDAD DE COMPRA	UNIDAD DE COMPRA	TOTAL
Transporte Sudeim S.A.S.	4	Unidad	\$ 400.000,00	4	Unidad	\$ 1.600.000,00
Alquiler Grúa	1	Mes	\$ 15.000.000,00	1	Mes	\$ 15.000.000,00
Remachadora Manual	3	Unidad	\$ 44.900,00	3	Unidad	\$ 134.700,00
Serrucho	6	Unidad	\$ 23.450,00	6	Unidad	\$ 140.700,00
Remaches	3000	Unidad	\$ 6.500,00	30	Paquete por 100	\$ 195.000,00
Soldadura para Tubería	3/8	Galón	\$ 49.772,00	25	3/8 Galón	\$ 1.244.300,00
Molde para Anclaje	1	Unidad	\$ 6.000.000,00	1	Unidad	\$ 6.000.000,00
<b>TOTAL</b>						<b>\$ 24.314.700,00</b>

### Costos Mano de Obra Indirecta

CONCEPTO	VALOR
Viaticos	\$ 100.000
Transporte	\$ 250.000
Gastos de Viaje	\$ 350.000
Número de Operarios	6
Total Gastos	\$ 12.600.000

### Costos de Servicios Públicos y Edificaciones

CONCEPTO	VALOR
Terreno	\$ 1.516.690
Agua	\$ 59.500
Electricidad	\$ 39.900
Total Gastos	\$ 1.616.090

Fuente: Autor