



**Formulación del programa de uso eficiente y ahorro del agua para la Agropecuaria San Felipe y CIA. S. EN C. Ubicada en el predio San Felipe, vereda bajo Sartenejo, municipio de Garzón, departamento del Huila.**

**Sandra Patricia Quezada Gutiérrez**

**Universidad Santo Tomás**

**Facultad de Ciencias y Tecnologías**

**Especialización en Ordenamiento y Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas**

**Neiva, Huila**

**2021**



**Formulación del programa de uso eficiente y ahorro del agua para la Agropecuaria San Felipe y CIA. S. EN C. Ubicada en el predio San Felipe, vereda bajo Sartenejo, municipio de Garzón, departamento del Huila**

**Sandra Patricia Quezada Gutiérrez**

**Tutor**  
**Julio Alberto González Acosta**

**Trabajo de grado para optar al título de Especialista en Ordenamiento y Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas**

**Universidad Santo Tomás**  
**Facultad de Ciencias y Tecnologías**  
**Especialización en Ordenamiento y Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas**  
**Neiva, Huila**

**2021**



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS  
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

Nota de aceptación

---

---

---

---

Firma del Tutor

---

Firma del Jurado

---

Firma del Jurado

## **DEDICATORIA**

Un esfuerzo, una ilusión y el desarrollo de un proceso académico son los principales objetivos de este estudio, que son fruto primeramente de Dios quien donó las virtudes de la paciencia, fortaleza e inteligencia para lograr esta meta culminada; el apoyo constante de mi familia, a mi madre quien siempre con su perseverancia y oraciones lograron motivarme para llegar a unos de los logros que vienen en mi vida, y por último a mi padre gracias por siempre desear lo mejor para mí y luchar para que lo tuviera, gracias por cada palmada en la espalda y por cada palabra que fueron mi guía.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por guiarme en mi camino y por permitirme concluir con mi objetivo.

A mis padres quienes son mi motor y mi mayor inspiración, que, a través de su amor, paciencia, buenos valores y haberme apoyado incondicionalmente, pese a las adversidades e inconvenientes que se presentaron siempre me han ayudado a trazar mi camino.

Dicen que la mejor herencia que nos pueden dejar los padres son los estudios, sin embargo, no creo que sea el único legado del cual yo particularmente me siento muy agradecida, mis padres me han permitido trazar mi camino y luchar por mis sueños. Ellos son mis pilares de la vida, les dedico este trabajo de titulación.

A mis hermanos, que han sido mi motivación y un ejemplo para mi vida.

## **RESUMEN**

Los Programas de Uso Eficiente y Ahorro del Agua (PUEAA) los implementa las empresas u organizaciones que utilizan el servicio del agua; con el fin de llevar a cabo acciones que lleven a la conservación de los recursos hídricos realizando prácticas eficientes para disminuir el consumo de agua mediante la aplicación de sistemas o tecnologías de uso eficiente y ahorro, dando un equilibrio entre la naturaleza y el hombre.

La Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM) requiere la implementación de un PUEAA a las empresas y/u organizaciones que captan directamente de fuentes hídricas para optimizar el uso del recurso hídrico y aportar en el manejo sostenible del mismo.

La empresa Agropecuaria San Felipe y CIA. S. en C. implementará el Programa de Uso y Ahorro Eficiente del Agua (PUEAA), aplicando las estrategias y metodologías realizadas en el presente documento, dando un equilibrio entre el desarrollo de sus actividades y el consumo de agua.

### **Palabras clave**

PUEAA, Prácticas eficientes, Aprovechamiento del recurso.

## **ABSTRACT**

The Efficient Use and Saving of Water Programs (PUEAA) are implemented by companies or organizations that use the water service; in order to carry out actions that lead to the conservation of water resources by performing efficient practices to reduce water consumption through the application of systems or technologies for efficient use and savings, giving a balance between nature and man.

The Alto Magdalena Regional Autonomous Corporation (CAM) requires the implementation of a PUEAA to companies and / or organizations that collect directly from water sources to optimize the use of water resources and contribute to its sustainable management.

Agropecuaria San Felipe y CIA. S. en C. will implement the Program for the Efficient Use and Saving of Water (PUEAA), applying the strategies and methodologies made in this document, giving a balance between the development of its activities and the consumption of water.

### **Keywords**

PUEAA, Efficient practices, Use of the resource.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>Introducción .....</b>	<b>1</b>
<b>1. Planteamiento del problema .....</b>	<b>2</b>
<b>2. Justificación .....</b>	<b>5</b>
<b>3. Objetivos.....</b>	<b>7</b>
3.1 objetivo general .....	7
3.2 Objetivos específicos.....	7
<b>4 Marco teórico.....</b>	<b>8</b>
4.2 Marco legal .....	10
<b>5 Metodología .....</b>	<b>12</b>
5.1 Descripción del área de estudio .....	12
5.2 Diseño metodológico.....	13
5.2.1 Tipo de estudio.....	13
5.2.2 Fases del estudio .....	13
<b>6 Resultado.....</b>	<b>17</b>
6.1 Descripción del área de estudio .....	17
6.2 Diagnóstico .....	18
6.2.1 Tipo de fuente de abastecimiento .....	18
6.2.2 Fuente donde se deriva el recurso hídrico.....	20
6.2.3 Estado actual de la fuente abastecedora .....	20
6.2.4 Oferta Hídrica.....	22
6.2.5 Zonas de riesgos y amenazas .....	22
6.2.6 Permiso de Aprovechamiento.....	25
6.2.7 Demanda Hídrica.....	25
6.3 Características del sistema de captación y control .....	27
6.3.1 Sistema de captación .....	27
6.3.2 Sistema de conducción.....	27
6.3.2.1 Actividades de la planta de proceso .....	28
6.3.2.2 Descripción del sistema de vertimiento actual .....	29
6.3.3 Reservorio y Sistemas de Tratamiento.....	30
6.3.4 Uso del recurso hídrico .....	35
6.3.5 Balance del agua del sistema .....	35
6.3.6 Acciones para el ahorro en el uso del agua.....	36
6.3.7 Porcentaje de pérdidas del caudal captado .....	37
6.3.8 Pérdida por evaporación .....	38



6.3.9	Pérdida por infiltración .....	38
6.3.10	Pérdida por operación .....	39
6.3.11	Descripción detallada del uso de agua .....	39
6.3.12	Módulos de consumo .....	40
<b>6.4</b>	<b>Reducción de pérdidas .....</b>	<b>40</b>
6.4.1	Pérdidas de agua dentro del sistema .....	40
6.4.2	Avances y necesidades en macro y micro medición .....	40
<b>6.5</b>	<b>Compromisos y actividades para los próximos 5 años .....</b>	<b>42</b>
6.5.1	Reducción de pérdidas .....	42
6.5.2	Realizar medición de caudales .....	43
6.5.3	Fomentar el reúso del agua .....	44
6.5.4	Campañas educativas .....	45
6.5.5	Tecnologías de bajo consumo .....	46
6.5.6	Protección de zonas de manejo especial .....	47
6.5.7	Plan de acción .....	48
<b>7.</b>	<b>Discusión .....</b>	<b>51</b>
<b>8.</b>	<b>Conclusiones .....</b>	<b>53</b>
	<b>Glosario .....</b>	<b>56</b>
	<b>Referencias .....</b>	<b>58</b>

## LISTADO DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1 Datos de información Finca San Felipe .....	17
Tabla 2 Codificación cuenca hídrica Quebrada Majo .....	19
Tabla 3 Matriz de calificación y evaluación a los riesgos. B: Bajo M: Medio A: Alto. ....	23
Tabla 4 Riesgos y Amenazas de la Agropecuaria San Felipe y CIA S. En C., en finca San Felipe. .....	24
Tabla 5 Caudal otorgado .....	26
Tabla 6 Demanda proyectada, de acuerdo con la concesión reglamentada .....	26
Tabla 7 Dimensiones de la trampa de grasas .....	30
Tabla 8 Eficiencia de Remoción.....	34
Tabla 9 Usos y consumo promedio del recurso hídrico en el proyecto.....	35
Tabla 10 Consumos de agua de un ciclo productivo en m <sup>3</sup> /día. ....	36
Tabla 11 Pérdida de agua según el suelo. ....	37
Tabla 12 Pérdidas por infiltración. ....	38
Tabla 13 Pérdidas de agua en el sistema de abastecimiento del proyecto piscícola.....	39
Tabla 14 Módulo de consumo en las etapas del cultivo de Tilapia. ....	40

## LISTADO DE ILUSTRACIÓN

	<b>Pág.</b>
<i>Ilustración 1</i> Ubicación del Municipio de Garzón.....	12
<i>Ilustración 2</i> Ubicación satelital Agropecuaria San Felipe y CIA S. En C., finca San Felipe, vereda Bajo Sartenejo, Garzón, Huila. ....	17
<i>Ilustración 3</i> Punto de captación ubicado en el área hidrográfica Magdalena – Cauca.....	19
<i>Ilustración 4</i> Convenciones del sistema de indicadores hídricos regionales.....	21
<i>Ilustración 5</i> Índice de alteración potencial de la calidad de agua (IACAL), SZH 2106 ríos directos .....	21
<i>Ilustración 6</i> Volumen Acumulado en m <sup>3</sup> – Principales Piscícolas .....	25
<i>Ilustración 7</i> Esquema de humedal de flujo subsuperficial de flujo horizontal.....	32
<b><i>Ilustración 8</i></b> Esquema del sistema de captación.....	34
<i>Ilustración 9</i> Balance hídrico piscicultura en la finca San Felipe en un ciclo.....	35



## Introducción

Las políticas nacionales, mediante las cuales se busca la protección y conservación del recurso hídrico apuntan a fomentar el uso eficiente y racional del agua como herramienta que reglamenta y orienta a las empresas que aprovechan el recurso del agua con el fin de promover estrategias orientadas a la gestión integral del recurso hídrico.

El programa de Uso Eficiente y Ahorro de Agua (PUEAA) surge como herramienta para la empresa Agropecuaria San Felipe, lo cual busca optimizar la eficiencia operacional, mejorar la competitividad y la preservación del recurso para generaciones futuras.

El presente documento tiene por objeto la formulación del PUEAA para la finca San Felipe en el departamento del Huila, ya que actualmente no cuenta con un control sobre el recurso hídrico. Para la formulación se tomó como base la guía el programa para el uso eficiente y ahorro del agua – PUEAA para actividades mineras e industriales.

La información que se introdujo fue tomada principalmente de la finca San Felipe y de la autoridad ambiental CAM, además de bases de datos pertenecientes a diferentes estudios realizados en el tema, se analiza los elementos técnicos y alcances del Programa para el Uso eficiente del agua (PUEAA), enmarcado en la ley 373 de 1997 y se propone soluciones propicias para el desarrollo.

## 1. Planteamiento del problema

La escasez de agua afecta a más del 40% de la población del mundial, una cifra alarmante que probablemente crecerá con el aumento de las temperaturas globales producto del cambio climático. Aunque 2.100 millones de personas han conseguido acceso a mejores condiciones de agua y saneamiento desde 1990, la decreciente disponibilidad de agua potable de calidad es un problema importante que aqueja a todos los continentes. (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD],2015). El aumento en la demanda del recurso hídrico debida al crecimiento de la población, sumada a los cambios en los patrones de consumo, ciclos climatológicos extremos, la contaminación de ríos y lagos y la falta de controles ambientales, prevé para los próximos años una escasez cada vez más fuerte de este preciado líquido en calidad y cantidad para satisfacer las necesidades humanas y medioambientales, convirtiéndose en un factor de amenaza mundial para todos los seres vivos.

Por lo anterior, es necesario un enfoque integrado del uso eficiente del agua, el cual implica un análisis multidimensional, orientado hacia acciones que tiendan a reducir la cantidad de agua empleada en las diferentes actividades que se realizan a diario, los Planes de Uso Eficiente y Ahorro de Agua (PUEAA) se encuentran cobijados bajo la Ley 373 de 1997, la cual sugiere dichos planes o programas como una medida estratégica por la cual los diferentes usuarios del recurso hídrico están en la obligación de promover estrategias que permitan el uso eficiente del agua y que al mismo tiempo se generen medidas innovadoras para el ahorro del recurso hídrico.

La Agropecuaria San Felipe al ser una empresa dedica a la producción de policultivo de tilapia, es considerado como un usuario del recurso hídrico de la quebrada Majo, para el proceso productivo de la piscícola cuenta con la concesión otorgada por la Corporación Autónoma

Regional del Magdalena (CAM), mediante Resolución No. 3105 del 29 de Diciembre de 2008, por el cual se reglamentó los usos y aprovechamiento de las aguas de la quebrada Majo en el municipio de Garzón, de las cuales se toman 23 L/s respectivamente.

La Agropecuario San Felipe y CIA S. En C. es una empresa dedicada al cultivo de tilapia roja ubicada en la finca San Felipe, Vereda Bajo Sartenejo, en el municipio de Garzón, perteneciente al departamento del Huila.

Por lo anterior, la Agropecuaria San Felipe se esmera en realizar una gestión ambiental sostenible, con miras de que su proceso productivo sea generador del menor impacto negativo al medio y así promover estrategias y herramientas que permitan realizar procesos amigables con el ambiente, sin alterar su zona de influencia aguas abajo de sus captaciones.

Dentro de las estrategias de uso eficiente y ahorro del agua a nivel nacional, se plantea la revisión y actualización de la guía técnica de uso eficiente y ahorro del agua que servirá de orientación a las Autoridades Ambientales y a los usuarios del recurso hídrico, permitiendo que estos últimos determinen de manera oportuna el estado actual de sus PUEAA y así tomen medidas en torno a la revisión y actualización quinquenal descrita por la Ley 373 de 1997 en la que todos los usuarios del recurso hídrico tendrán la obligación de presentar ante las Corporaciones Autónomas y demás autoridades ambientales el Programa.

Con la finalidad de generar acciones que permitan la conservación y manejo integral del recurso hídrico, en especial a lo referido al uso y manejo del agua, toda persona natural o jurídica que utilice agua debe presentar el Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua –PUEAA– de acuerdo con la Ley 373 de 1997, de la cual Agropecuario San Felipe y CIA S. En C, en el momento no cuenta con el documento, basándonos en la GUÍA PARA LA FORMULACIÓN



DEL PROGRAMA PARA EL USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA – PUEAA –  
SECTORES AGRÍCOLAS Y PECUARIOS.

De acuerdo con lo anteriormente expuesto, el presente trabajo busca dar respuesta a la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuáles serán las herramientas adecuadas para realizar un buen manejo ambiental en torno al uso eficiente y ahorro del agua en la empresa Agropecuaria San Felipe y CIA S. En C?



## 2. Justificación

*En el país, en el año 1997 se expidió la Ley 373 por la cual se establece el “Programa para el Uso Eficiente y Ahorro del Agua -PUEAA”; siendo el programa una herramienta metodológica de planificación para conservar la oferta de recurso hídrico que se encuentra presente en una región, con fin de cumplir con la demanda hídrica de la población desde las condiciones ambientales presentes en el territorio (República de Colombia, 1997).*

Con el presente trabajo se apunta a establecer las experiencias, fortalezas y aspectos por mejorar y formulación de un PUEAA, con el fin de recopilar buenas prácticas y lecciones aprendidas y así incluir aspectos que darán pie a mejoras en las estrategias a implementar en los futuros Planes de Uso Eficiente y Ahorro del Agua. De igual manera, el PUEAA busca obtener indicadores tanto cualitativos como cuantitativos, que ayuden a definir acciones correctivas y/o preventivas, cuando sea necesario, ayudando así a mantener un ambiente sostenible, como un objetivo primordial del sistema de gestión ambiental y responsabilidad social.

Actualmente las tendencias nacionales en cuanto al uso eficiente y el ahorro del agua le han apostado a la consolidación de pactos ambientales, los cuales en la última década han cogido fuerza a nivel nacional. A continuación, se presentan los pactos firmados por el Uso Eficiente del Agua: En desarrollo de lo anterior, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible ha suscrito los siguientes Pactos de uso eficiente del agua, como mecanismos voluntarios para avanzar en acciones que promuevan prácticas de uso eficiente en los sectores priorizados de acuerdo con su demanda de agua:

1. El Pacto de Uso Eficiente y Ahorro de Agua para el sector de acueducto y alcantarillado, suscrito con ANDESCO en septiembre de 2012.



2. El Pacto de Uso Eficiente para promover el uso eficiente del agua en las actividades de adecuación de tierras, suscrito con la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria en diciembre de 2013
3. El Pacto de Uso Eficiente del Agua para el sector hidroeléctrico suscrito con ANDESCO en marzo de 2014.

Con el fin de promover las prácticas de uso eficiente y ahorro del agua en Colombia, el documento pretende por medio del cumplimiento de sus objetivos, contextualizar a la empresa desde su experiencia. La Agropecuario San Felipe y CIA S. En C, le apuesta a la gestión ambiental empresarial, permitiendo dar cumplimiento a los requisitos y tendencias en cuanto a mecanismos y políticas.



### 3. Objetivos

#### 3.1 objetivo general

Formular el Programa de Uso Eficiente y Ahorro de Agua (PUEAA) en la empresa Agropecuaria San Felipe y CIA. S. en C., para obtener una mejora en uso del recurso hídrico para el desarrollo sostenible de sus actividades.

#### 3.2 Objetivos específicos

- Establecer una mejora en el sistema operativo de la empresa, enfocado en el buen uso y manejo del recurso hídrico.
- Contextualizar el estado actual de la fuente abastecedora.
- Proponer estrategias para el uso eficiente y ahorro del recurso hídrico en la empresa piscícola.



#### 4 Marco teórico

La Constitución Política de Colombia (1991), establece que: “Colombia es un Estado social de derecho, organizado en forma de República unitaria, descentralizada, con autonomía de sus entidades territoriales, democrática, participativa y pluralista, fundada en el respeto de la dignidad humana, en el trabajo y la solidaridad de las personas que la integran y en la prevalencia del interés general”.

En Colombia, el agua es considerada el recurso natural renovable más importante para el desarrollo económico, el bienestar de la sociedad y estratégicamente mantenido como uno de los pilares fundamentales para la competitividad. A pesar de la importancia y de la considerable oferta del recurso que posee el país, el territorio experimenta una crisis asociada a la disponibilidad en términos de cantidad y calidad. Por tal razón es de vital importancia centrarse en acciones que conlleven al uso eficiente y al ahorro del agua en los diferentes sistemas de uso (MADS Universidad del Valle, 2015).

Para realizar una gestión adecuada respecto al uso eficiente y ahorro del agua, es necesario conocer su contexto: el uso eficiente de agua a nivel mundial se ha convertido en una necesidad crucial para garantizar la sostenibilidad del recurso hídrico, considerándolo como un "recurso finito y vulnerable, esencial para sostener la vida, el desarrollo y el ambiente", teniendo en cuenta que su "gestión debe basarse en un enfoque participativo, involucrando a usuarios, planificadores y los responsables de las decisiones a todos los niveles" (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016).

De acuerdo con lo anterior, el uso eficiente del agua implica entre otros, caracterizar la demanda del agua (cualificar y cuantificar) por parte de los diferentes usuarios y analizar los hábitos de consumo para emprender acciones dirigidas hacia cambios que optimicen su uso, así

como a la promoción de prácticas que permitan favorecer la sostenibilidad de los ecosistemas y la reducción de la contaminación.

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, plantea desde su gestión fortalecer la gobernanza del agua, por medio del Pacto por el Uso Eficiencia y Ahorro de Agua, garantizando la protección de los recursos naturales, fortaleciendo aspectos de la Gestión Integral del Recurso Hídrico entendida como el proceso que tiene como objetivo promover el manejo y desarrollo coordinado del agua en interacción con los demás recursos naturales, maximizando el bienestar social y económico resultante, de manera equitativa, sin comprometer la 16 sostenibilidad de los ecosistemas vitales (Dirección de Gestión Integral del Recurso Hídrico-MINAMBIENTE, 2015)

“El concepto de Gobernanza del Agua reconoce la prioridad del agua como elemento fundamental para la vida en procesos de coordinación y cooperación de distintos y diversos actores sociales, sectoriales e institucionales que participan en su gestión integrada; y asume al territorio y a la cuenca como entidades activas en tales procesos, con el fin de evitar que el agua y sus dinámicas se conviertan en amenazas para las comunidades, y de garantizar la integridad y diversidad de los ecosistemas, para asegurar la oferta hídrica y los servicios ambientales. En este sentido, la gobernanza plantea nuevas maneras de entender la gobernabilidad, en tanto ubica la autoridad del Estado en función de su capacidad de comunicación y concertación con roles y responsabilidades claras, para acceder al agua de manera responsable, equitativa y sostenible” (MADS, 2012).

La acuicultura ha sido definida por el Gobierno de Colombia como una actividad de alta prioridad razón por lo cual se creó en el 2011 (decreto 4181 de 2011) la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca - AUNAP que, en conjunto con la Dirección de Cadenas Pecuarias, Pesqueras y Acuícolas del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural – MADR, promueven el

desarrollo sostenible de la actividad. En este contexto, en el 2014 con la asistencia técnica de la Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura (FAO) se formuló el Plan Nacional de Desarrollo de la Acuicultura Sostenible – PlaNDAS.

#### **4.2 Marco legal**

**Constitución Política de Colombia 1991:** Por el cual se reglamentan los derechos colectivos y del ambiente en los artículos 49 y 80. La Constitución establece que la atención de la salud y el saneamiento ambiental son servicios públicos que deben ser garantizados con eficiencia, universalidad y solidaridad. El estado debe planificar el manejo de los recursos naturales; prevenir y controlar el deterioro imponer sanciones y exigir reparaciones.

**Decreto 2811 de 1974:** Código de los Recursos Naturales Renovables y de protección al Medio Ambiente.

**Ley 99 de 1993:** Se define el Sistema Nacional Ambiental –SINA, se crea el Ministerio de Medio Ambiente y se consigna orientaciones sobre la Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas.

**Ley 373 de 1997:** Por el cual se establece el “Programa para el Uso Eficiente y Ahorro del Agua – PUEAA es un conjunto de proyectos y acciones que deben elaborar y adoptar las entidades encargadas de la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado, riego y drenaje, producción hidroeléctrica y demás usuarios del recurso hídrico. Es así como las CAR’s al ser instituciones gubernamentales están en la obligación de generar términos de referencia para realizar los PUEAA para los diferentes usuarios del agua según criterios que la corporación considere.



**Decreto 3570 de 2011:** Artículo 18 numeral 2, se establece como responsabilidad de la Dirección de Gestión Integral del Recurso Hídrico del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible dirigir las acciones destinadas a velar por la gestión integral del recurso hídrico, a fin de promover la conservación y el aprovechamiento sostenible del agua.

**Decreto 1076 de 2015:** “Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Decreto 1090 de 2018: “Por el cual se adiciona el Decreto 1076 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, en lo relacionado con el programa para el uso eficiente y ahorro de agua y se dictan otras disposiciones”.

**Resolución 1257 de 2018:** “Por la cual se desarrollan los parágrafos 1 y 2 del artículo 2.2.3.2.1.1.3 del decreto 1090 de 2018, mediante el cual se adiciona el decreto 1076 de 2015”.

## 5 Metodología

### 5.1 Descripción del área de estudio

La finca San Felipe pertenece Ángela María Cuellar Pineda se encuentra localizada en la zona norte – oeste del municipio de Garzón en el departamento del Huila; ubicada en la vereda Bajo Sartenejo, kilómetro 3 vía a Neiva, a 907 msnm, tiene una extensión aproximada de 30 hectáreas y el área de producción corresponde a 11 hectáreas.



*Ilustración 1* Ubicación del Municipio de Garzón

Fuente: Google Earth, 2020.

El agua captada proviene de la quebrada Majo con características lóxicas o de corrientes, su punto de inicio tiene una coordenada de 849330E-733203N con una altura de 2250 m.s.n.m. y su punto final desemboca al Río Magdalena con una coordenada de 825383E-741064N a una altura de 695 m.s.n.m.; encauza sus aguas en dirección este-oeste, tiene como afluentes

secundarios las quebradas San Miguel, Agua Blanca y Santa Marta, donde es conducida a través de un canal en tierra abierto denominado “El Cirilo”.

De acuerdo con la resolución No. 3105 del 29 de diciembre del 2008, la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM), otorga a la empresa Agropecuaria San Felipe y CIA. S. en C. el uso del recurso hídrico; en el que autoriza un caudal de 38,9 L/s de los cuales en época de invierno solo usan 23 L/s.

## **5.2 Diseño metodológico**

A continuación, se presenta la metodología implementada para poder realizar el programa de ahorro y uso eficiente del agua, para tal fin se dan a conocer las clases de metodología que se siguieron para poder llegar a obtener dicha información que fuera acorde a él plan de trabajo y llegar así a tener datos verídicos y certeros para emplear de una manera adecuada el programa de ahorro y uso eficiente del agua.

### **5.2.1 Tipo de estudio**

Teniendo en cuenta la metodología de la investigación por Carlos Fernández y Pilar Batista (Batista, 2014), para este trabajo investigativo se implementó la metodología de la investigación por tipo descriptiva.

A partir de ello se proponen a formular el documento basándonos en la GUÍA PARA LA FORMULACIÓN DEL PROGRAMA PARA EL USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA – PUEAA – SECTORES AGRÍCOLAS Y PECUARIOS (CAM,2019).

### **5.2.2 Fases del estudio**

El alcance del Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua (PUEAA) incluye:

- Información preliminar de la zona de influencia.

- Diagnóstico: Descripción del estado en que se encuentra la fuente hídrica actualmente, Zonas de riesgo y amenazas, permisos ambientales, características del sistema de captación y Control, Caudal solicitado y/u otorgado en la resolución, para los que a la fecha tengan concesión vigente y no cuenten con el programa, Descripción detallada del uso del agua dentro del predio.

Teniendo en cuenta los objetivos del trabajo de grado Formulación del programa de uso eficiente y ahorro del agua para la Agropecuaria San Felipe y CIA. S. EN C. Ubicada en el predio San Felipe, vereda bajo Sartenejo, municipio de Garzón, departamento del Huila, de las cuales son diseñadas de la siguiente forma:

**Objetivo general:** Formular el Programa de Uso Eficiente y Ahorro de Agua (PUEAA) en la empresa Agropecuaria San Felipe y CIA. S. en C., para obtener una mejora en el desarrollo de sus actividades.

Para el desarrollo de este objetivo general se plantea cómo técnica principal la guía para la “FORMULACIÓN DEL PROGRAMA PARA EL USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA – PUEAA - SECTORES AGRICOLAS Y PECUARIO”, la cual, contiene los lineamientos, esta guía se presenta como una herramienta para formulación del PUEAA por parte de la jurisdicción de la CAM.

**Objetivo específico 1:** Proponer estrategias para el uso eficiente y ahorro del agua en la empresa piscícola.

Describir y formular cada uno de los compromisos con sus respectivas actividades para los próximos 5 años basados en los requerimientos del programa de uso eficiente y ahorro del agua en los siguientes aspectos:



- a. El programa con metodologías claras para la reducción de las pérdidas teóricas que sean calculadas, detallando el % de reducción año a año de estas pérdidas.
- b. El programa PUNTUAL de protección y conservación a fuentes hídricas o áreas de conservación.
- c. Programa de medición de consumo de agua.
- d. Tecnologías de bajo consumo. Fundamentalmente se quiere ver reflejado el compromiso del usuario en relación con la adopción de medidas más eficientes de riego (Ventanas, aspersión, goteo) y de manejo en la aplicación del agua (surcos alternos, riego intermitente, riego parcelario) y el manejo de los drenajes.
- e. Reúso del agua (esta actividad va dirigida a minimizar el impacto de las aguas sobrantes ya sea del mismo proceso, cumpliendo con la normatividad para que puedan ser reutilizadas en las mismas actividades necesitadas.
- f. Monitoreo y seguimiento del recurso hídrico, (verificar continuamente los posibles factores de riesgo a que están expuestos los distintos componentes y/o la infraestructura del sistema de abastecimiento de agua (captación, control, conducción, almacenamiento y distribución), con el fin de que se atienda de manera efectiva una situación de emergencia.
- g. Divulgación de información, sensibilización, capacitación y educación en el uso eficiente del recurso hídrico.

**Objetivo específico 2:** Contextualizar el estado actual de la fuente abastecedora

Dar cumplimiento a este objetivo se basa principalmente en la revisión de los indicadores hidrológicos de la cuenca alta del Magdalena, en los que se encuentra la quebrada Majo, los indicadores evaluados son: Índice de Aridez, Índice de retención hídrica e Índice que alteración potencial de la calidad de agua, teniendo en cuenta las convenciones del Sistema de Indicadores

Hídricos Regionales y basándonos en la Guía de la formulación del programa para el uso eficiente y ahorro del agua- PUEAA- Sectores agrícolas y pecuario, lo cual indica que se debe describir en qué estado se encuentra la fuente hídrica actualmente, como es su cobertura vegetal, como es el entorno donde se ubica, si se ubica o no dentro del predio beneficiado o pasa cerca de él, etc.

De acuerdo con la revisión de los estudios efectuados en la quebrada Majo, en el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico, en cuanto a los riesgos que se pueden generar sobre el sistema de abastecimiento de agua de la finca San Felipe, la metodología que utilice fue la identificación de la zona de riesgo y amenaza a través de un análisis visual de la quebrada Majo y se desarrolló una búsqueda de información confiable a cerca de las actividades que se realizan cerca de la captación, también se tuvo en cuenta la geología de la zona.

**Objetivo específico 3:** Establecer una mejora en el sistema operativo de la empresa, enfocado en el buen uso y manejo del agua.

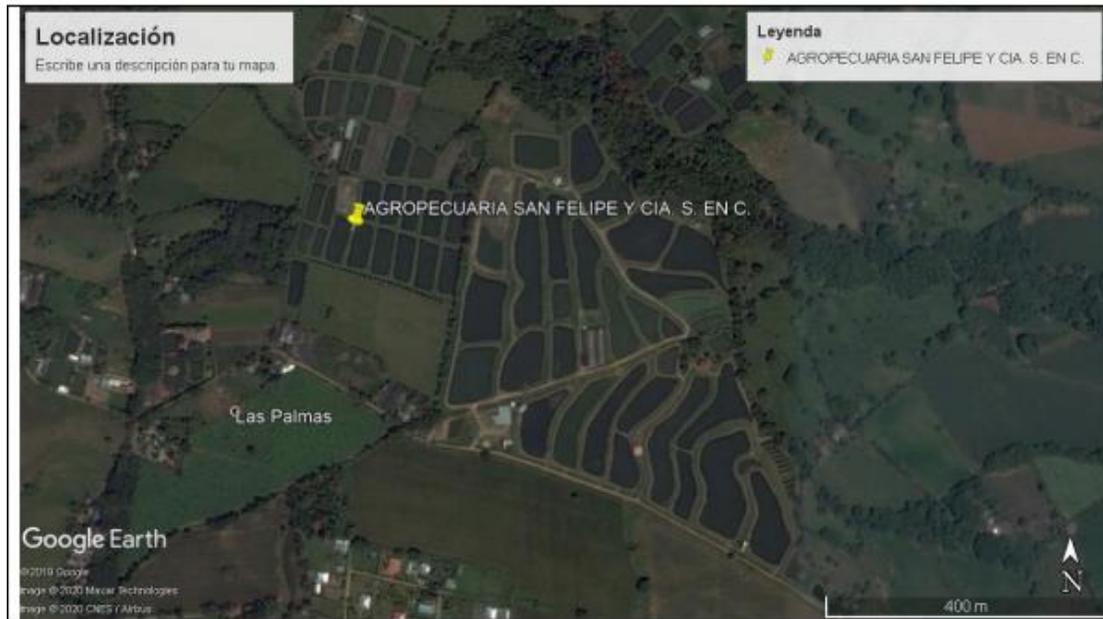
Teniendo en cuenta la definición del Programa para el Uso Eficiente y Ahorro del Agua establecido en el artículo 1 de la Ley 373 de 1997, se establece que “Todo plan ambiental regional y municipal debe incorporar obligatoriamente un programa para el uso eficiente y ahorro del agua”, asumiendo los objetivos específicos 1, del trabajo de grado, se proyecta que las actividad mencionadas se incorporen en las fichas de proyectos que se proponen en los términos de referencia elaborados por CAM, donde quedaran reflejadas:

- La descripción de tallada de cada actividad.
- Tiempo Requerido para su cumplimiento.
- Los costos totales para su ejecución

## 6 Resultados

### 6.1 Descripción del área de estudio

La finca San Felipe se encuentra localizada en el Municipio de Garzón en el departamento del Huila; ubicada en la vereda Bajo Sertenejo, cuenta con un área de producción de 11 hectáreas.



**Ilustración 2** Ubicación satelital Agropecuaria San Felipe y CIA S. En C., finca San Felipe, vereda Bajo Sartenejo, Garzón, Huila.

Fuente: Google Earth, 2020.

Los datos del predio comúnmente solicitados para trámites y documentación solicitada por los diferentes entes de control pueden ser vistos a continuación.

**Tabla 1** Datos de información Finca San Felipe

ITEM	DETALLE
Nombre del predio o finca	San Felipe
Nombre del propietario o representante legal	Ángela María Cuellar Pineda
Identificación	55.068.048
Dirección del predio	Vereda Bajo Sartenejo



ITEM	DETALLE
Descripción de ubicación	Se localiza en la zona norte – oeste del municipio de Garzón en el departamento del Huila; ubicada en la vereda Bajo Sartenejo, kilómetro 3 vía a Neiva, a 907 mts s.n.m
Coordenadas geográficas de ubicación del predio	Y = 738401 X = 829139
Área total del predio	30 hectáreas
Área de producción en el predio	11 hectáreas

Fuente: Autoría propia

## 6.2 Diagnóstico

### 6.2.1 Tipo de fuente de abastecimiento

El agua es superficial, proviene de la quebrada Majo se encuentra dentro del área hidrográfica del Magdalena Cauca, en la zona hidrográfica del Alto Magdalena, y la Subzona Hidrográfica 2106 de Ríos Directos del Magdalena (md), encauza sus aguas en dirección este-oeste pasando por varios predios antes de llegar a la granja en donde la utilizan y devuelven a la acequia. El caudal es de 38,9 L/s.

La quebrada Majo se encuentra dentro del área hidrográfica del Magdalena Cauca, en la zona hidrográfica del Alto Magdalena, y la Subzona Hidrográfica 2106 de Ríos Directos del Magdalena (md).



**Ilustración 3** Punto de captación ubicado en el área hidrográfica Magdalena – Cauca.

Fuente: Google Earth, 2020

**Tabla 2** Codificación cuenca hídrica quebrada Majo

Área Hidrográfica	Código	Zona hidrográfica	Código	Subzona hidrográfica	Código	Subcuenca	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Cuenca	Total Código
MAGDALENA - CAUCA	2	ALTO MAGDALENA	1	Ríos Directos Magdalena (md)	06	00	050	00	00	00	Q. Majo	210600050000000

Codificación cuenca hídrica Q. Majo.

Fuente: Diario Oficial, 2019

### **6.2.2 Fuente donde se deriva el recurso hídrico**

La Agropecuario San Felipe y CIA S. En C. abastece su proyecto piscícola de la quebrada Majo.

### **6.2.3 Estado actual de la fuente abastecedora**

El agua de la quebrada Majo y sus afluentes es utilizada tanto por los habitantes de la cuenca como de áreas circunvecinas en uso doméstico por intermedio de catorce acueductos veredales, entre los cuales cinco tienen sus captaciones en las diferentes derivaciones; cuatro, sobre la quebrada Majo, y cinco toman agua de canales que han derivado su caudal de la quebrada.

Adicionalmente las aguas de la cuenca del Majo son utilizadas para diferentes actividades agrícolas como el riego de cultivos perennes: cacao, cítricos y café, entre otros, y en cultivos semestrales de arroz, maíz, al igual que en establecimiento de potreros y cultivos de pancoger (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, 2016); También son utilizadas por el sector pecuario. Todas estas actividades generan vertimientos directos a la fuente hídrica.

La cobertura vegetal está compuesta por pastos y rastrojos, donde la especie arbórea ha desaparecido por actividades antrópicas, aun así, no se ha afectado completamente ningún tipo de bosque primario y/o secundario. A continuación, se presentan los indicadores hidrológicos de la cuenca alta de la Magdalena, en los que se encuentra la quebrada Majo:



Índice de aridez (IA)	Índice de retención y regulación hídrica (IRH)	Índice de uso del agua de agua superficial (IUA)
Altos excedentes de agua	Capacidad de la cuenca para retener y regular muy alta	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible
Excedente de agua	Capacidad de la cuenca para retener y regular alta	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible
Entre moderado y excedente	Capacidad de la cuenca para retener y regular media	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible
Moderado	Capacidad de la cuenca para retener y regular baja	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
Entre moderado y deficitario	Capacidad de la cuenca para retener y regular muy baja	La presión de la demanda no es significativa con respecto a la oferta disponible
Deficitario de agua		
Altamente deficitario de agua		

Índice de alteración potencial de la calidad de agua (IACAL)	Índice de vulnerabilidad hídrica por desabastecimiento (IVH)
<b>Categoría</b>	<b>Categoría</b>
BAJA	BAJO
MODERADA	MEDIO
MEDIA ALTA	ALTO
ALTA	MUY ALTO
MUY ALTA	

**Ilustración 4** Convenciones del sistema de indicadores hídricos regionales.

Fuente: CAM, 2015

N	MICROCUECA	IA	IRH	IUA	IVH	IACAL
1	AD 59 MAGDALENA					
2	AD 61 MAGDALENA					
3	AD 62 MAGDALENA					
4	AD 63 MAGDALENA					
5	AD 64 MAGDALENA					
6	AD 65 MAGDALENA					
7	AD 66 MAGDALENA					
8	AD 67 MAGDALENA					
9	AD 68 MAGDALENA					
10	AD 69 MAGDALENA					
11	AD 70 MAGDALENA					
12	AD 71 MAGDALENA					
13	AD 72 MAGDALENA					
14	AD 73 MAGDALENA					
15	AD 74 MAGDALENA					
16	AD 75 MAGDALENA					
17	Q. ALONSO SANCHEZ					
18	Q. DE MAJO					
19	Q. DEL OSO					
20	Q. EL HOBITO					
21	Q. EL HOBO					
22	Q. EL PESCADOR					
23	Q. EL ZAPALLO					
24	Q. GARZON					
25	Q. GUANDINOSA					
26	Q. GUANDINOSITA					

**Ilustración 5** Índice de alteración potencial de la calidad de agua (IACAL), SZH 2106 ríos directos

Fuente: CAM, 2015

Basados en la *Ilustración 5*, donde se refiere a las especificaciones del sistema de indicadores hídricos regionales, se puede concluir que según su clasificación la quebrada Majo en el Índice de aridez (IA) tiene color verde claro lo que indica que en temporada seca es de tipo moderado, es decir que puede sostener un caudal moderado para esta temporada. En el índice de retención y regulación hídrica (IRH), se clasifica de color verde lo que indica que la capacidad de regular y retener agua es alta y finalmente en el índice de alteración potencial de la calidad de agua (IACAL) es alta.

#### **6.2.4 Oferta Hídrica**

De acuerdo con los estudios efectuados para la Formulación del Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico de la quebrada Majo, por medio de la resolución No. 1435 del 2019, se estima una oferta hídrica superficial anual promedio en temporada normal de 2,494 m<sup>3</sup>/s y en temporada seca de 0,396 m<sup>3</sup>/s. A partir de esta oferta se distribuye adecuadamente el agua que se va a demandar en las diferentes actividades que requieren del recurso hídrico de esta quebrada.

#### **6.2.5 Zonas de riesgos y amenazas**

Los riesgos con respecto a la calidad y cantidad de la quebrada Majo son:

- Reducción de la disponibilidad de agua: La quebrada Majo según los indicadores hidrológicos realizados por la CAM, el índice de vulnerabilidad hídrica por desabastecimiento es MEDIO, teniendo en cuenta que la demanda es alta con respecto a la oferta del cuerpo hídrico.
- Alteración de la calidad de agua por actividades antrópicas: La calidad de agua de la quebrada Majo puede verse afectada por todos los vertimientos que se generan en todos los sectores agropecuarios, domésticos e industriales que captan el agua de este cuerpo hídrico.

En cuanto a los riesgos que se pueden generar sobre el sistema de abastecimiento de agua de la finca San Felipe, se utilizó una metodología donde se identificaron las zonas de riesgo y amenaza a través de un análisis visual de la quebrada Majo y se desarrolló una búsqueda de información confiable acerca de las actividades que se realizan cerca de la captación, también se tuvo en cuenta la geología de la zona. Cabe aclarar que se tendrá en cuenta medidas de emergencias en caso de que se presente algún tipo de riesgo y amenaza nombrados a continuación:

**Tabla 3** Matriz de calificación y evaluación a los riesgos. B: Bajo M: Medio A: Alto.

<b>PROBABILIDAD</b>	<b>Frecuente</b>	<b>1.00</b>	<b>0.38</b>	<b>0.75</b>	<b>1.00</b>
	<b>Probable</b>	0.80	0.30	0.60	0.80
	<b>Ocasional</b>	0.60	0.23	0.45	0.60
	<b>Improbable</b>	0.40	0.15	0.30	0.40
	<b>Remota</b>	0.20	0.08	0.15	0.20
				<b>B</b>	<b>M</b>
			0.38	0.75	1

**Tabla 4** Riesgos y Amenazas de la Agropecuaria San Felipe y CIA S. En C., en finca San Felipe.

N	AMENAZA	A	M	B	PROBABILIDAD	DESCRIPCION
1	Actividad sísmica.	X			Ocasional (0.60)	De acuerdo con el Servicio Geológico Colombiano, el municipio de Garzón tiene movimientos telúricos con un promedio de magnitud de 3.8 grados en la escala de Richter. Igualmente, todo el departamento del Huila se encuentra en sismicidad alta.
2	Inundaciones.	X	X		Probable (0.80)	La Quebrada Majo presenta amenazas de inundaciones en las épocas de invierno, donde son fuertemente ocasionadas en el mes de noviembre; por el cual, provocarían rebose de las aguas residuales de la empresa hacia la fuente hídrica. También por el crecimiento de la quebrada no se podría captar agua correctamente
3	Incendios forestales.		X		Ocasional (0.45)	De acuerdo con el IDEAM el municipio se encuentra en alerta naranja por la fuerte temporada de sequía y también no se ve beneficiado por su composición vegetal (material comburente)
4	Cambios en las precipitaciones.		X		Probable (0.60)	El aumento de precipitaciones puede ser una amenaza, donde el agua lluvia puede llevar por arrastre contaminantes que afecten a la fuente de abastecimiento de la finca.
5	Amenazas por condiciones socioculturales y de orden público.			X	Ocasional (0.23)	Se puede evidenciar situaciones sociales que influye de manera negativa las operaciones de algunos sistemas, por personas que lo realizan accidental o intencionalmente como brindar un mantenimiento inadecuado a los sistemas, funcionamiento inadecuado en los sectores por mal operación, obstrucción de tuberías y/o del canal principal de captación, etc.

Fuente: Autoría propia.

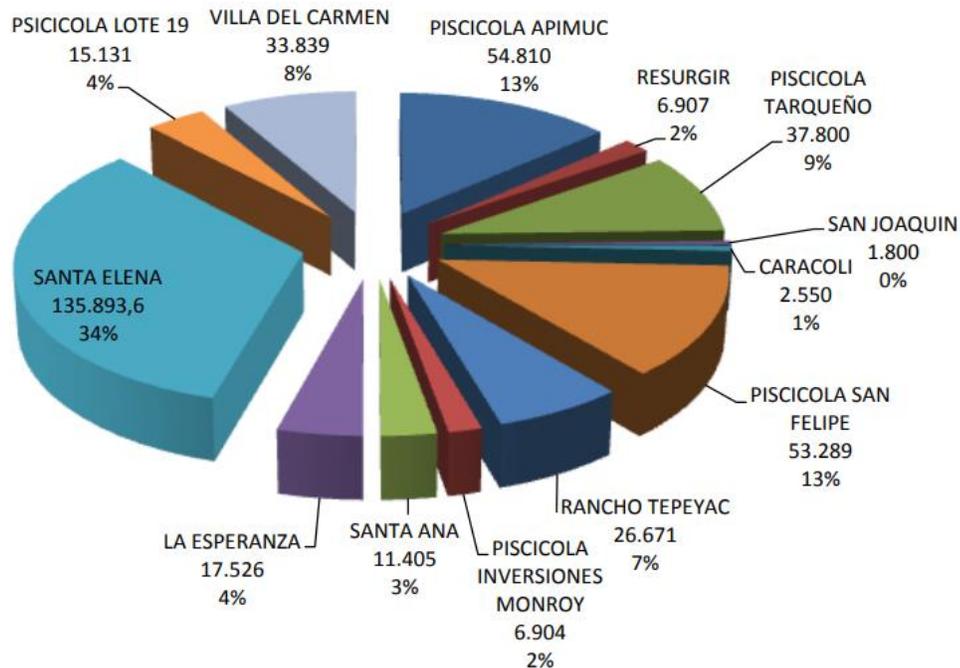
El sistema de abastecimiento del agua en la empresa Agropecuaria San Felipe y CIA S. En c., presentar amenazas de riesgos que podrían afectar el sistema, ocasionando daños en la infraestructura o interrumpiendo en el desarrollo de las actividades operacionales; por el cual, se identificó la probabilidad y gravedad de consecuencias de cada amenaza con el fin de que en el

plan de gestión de riesgos y desastres se contemplen las medidas pertinentes a tomar en cada uno de estos casos. La mayoría de las amenazas identificadas son de tipo natural como inundaciones, actividad sísmica o cambios en las precipitaciones; las amenazas de tipo antrópica suelen ocurrir de manera ocasional, ya que fueron evidenciadas por la realización de actividades operacionales. La amenaza por incendios forestales se categoriza de tipo socio natural, que pueden ser ocasionados por actividades del ser humano o por las temporadas de sequías.

### 6.2.6 Permiso de Aprovechamiento

Resolución No. 3105 del 29 de diciembre de 2008, por el cual se reglamentó los usos y aprovechamiento de las aguas de la quebrada Majo en el municipio de Garzón.

### 6.2.7 Demanda Hídrica



**Ilustración 6** Volumen Acumulado en m<sup>3</sup>– Principales Piscícolas

Fuente: Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico, 2007.

La actividad piscícola demanda cerca del 80% del caudal de reparto de la quebrada Majo, llegando a almacenar volúmenes cercanos a 480 mil metros cúbicos y ocupando un área de espejo de agua de cerca de 40 hectáreas (Plan de Ordenamiento del Recurso hídrico Majo, 2007).

En cuanto a la demanda de la Agropecuaria San Felipe y CIA S. para el sector piscícola que equivale según la Ilustración 6 al 13% del cuerpo hídrico, es el siguiente:

**Tabla 5** Caudal otorgado

<b>Caudal otorgado en la concesión de agua (litros/segundo)</b>	<b>Uso</b>
38,9 L/s	Pecuario: Sector Piscicultura

**Fuente:** CAM, 2020

Para determinar la demanda concesionada y proyectarla para el periodo de tiempo por el cual se otorgó la concesión, según la Resolución No. 3105 del 29 de diciembre de 2008, artículo segundo “el periodo de vigencia de las concesiones otorgadas será por el término que dure la reglamentación del uso y aprovechamiento de las aguas de la quebrada Majo, se realiza el siguiente procedimiento teniendo en cuenta que el consumo se realiza 12 horas al día en 300 días al año:

$$38,9 \text{ L/s} * 43200/1 \text{ día} * 300 \text{ días/1 año} * 1 \text{ m}^3/1000 \text{ L} = \mathbf{504.144 \text{ m}^3/\text{año}}$$

Por tanto, la demanda de agua en un año del proyecto piscícola es de 504.144 m<sup>3</sup>/año, y la proyección para dentro de 10 años que es el periodo de tiempo otorgado es el siguiente:

**Tabla 6** Demanda proyectada, de acuerdo con la concesión reglamentada

<b>AÑO 1 (m<sup>3</sup>)</b>	<b>AÑO 2 (m<sup>3</sup>)</b>	<b>AÑO 3 (m<sup>3</sup>)</b>	<b>AÑO 4 (m<sup>3</sup>)</b>	<b>AÑO 5 (m<sup>3</sup>)</b>	<b>AÑO 6 (m<sup>3</sup>)</b>	<b>AÑO 7 (m<sup>3</sup>)</b>	<b>AÑO 8 (m<sup>3</sup>)</b>	<b>AÑO 9 (m<sup>3</sup>)</b>	<b>AÑO 10 (m<sup>3</sup>)</b>
<b>504.144</b>	1.008.28	1.512.342	2.016.456	2.520.570	3.024.864	3.529.008	4.033.152	4.537.296	5.041.440

Fuente: Autoría propia.

Se aclara que el caudal para el año 10, es el acumulado de todo el permiso de concesión de aguas superficiales y es una proyección, que lo que se busca es mantener el caudal o reducirlo mediante la implementación de este PUEAA.

### **6.3 Características del sistema de captación y control**

#### **6.3.1 Sistema de captación**

El proyecto piscícola cuenta con 10 piletas y 34 lagos, repartidos de la siguiente manera: 24 lagos para ceba o engorde del pescado con un área promedio de lago de 2000 m<sup>2</sup> y 10 lagos para prelevante y levante con un área promedio de 1250 m<sup>2</sup>. El agua es captada de la quebrada Majo y es conducida a través de un canal en tierra abierto denominado “El Cirilo”, con coordenadas 738687N y 828862E; pasando antes de llegar la granja por varios predios en donde la utilizan y devuelven a la acequia.

#### **6.3.2 Sistema de conducción**

El agua es conducida hasta los lagos y planta de procesos por un canal en tierra y pasa de lago a lago a través de mangueras plásticas (recirculación de agua). Después de servidas las aguas llegan a un canal abierto y son conducidas hasta un lago de sedimentación y luego conducidas un 10% hasta potreros para su utilización como riego y el restante se vierte a la quebrada Majo.

Los canales que son empleados para la conducción de agua son constantemente limpiados. El ciclo productivo de la tilapia inicia en las lagunas de reproducción, con la incorporación de peces reproductores y la recolección de larvas, la cual está constituida por 5 lagunas que en promedio cuenta con un área de 2000 m<sup>2</sup> y una profundidad de 0,6 m y sus tuberías de ingreso y salida de agua, son ductos en PVC entre 3 – 6 pulgadas de diámetro.

El proceso de alevinaje se realiza en las piletas de larvicultura, donde se siembran las larvas de tilapia recolectadas en las lagunas de reproducción, así como las que fueron adquiridas en otras granjas; dicho conjunto está conformado por 11 piletas de 115 m<sup>2</sup> y una profundidad de 0,6 m. Cabe mencionar que estas estructuras están constituidas por tuberías PVC de ingreso y salida con diámetros entre 2 y 4 pulgadas.

En el proceso de engorde (sistema de policultivo) se desarrolla en las lagunas de levante, donde se contiene los diferentes lotes de juveniles hasta que alcanzan la madurez requerida; está integrada por 5 unidades de (1 ha en promedio y 5 m de profundidad) y 14 unidades de (2000 m<sup>2</sup> en promedio y 2 m de profundidad); el agua entra en tuberías PVC de ingreso y salida, estas poseen diámetros que varían entre 6 – 8 pulgadas.

También dispone de una sala de artesanal de beneficio de pescado, donde se recibe y se efectúa el aprovechamiento de los recursos piscícolas provenientes del área de producción agropecuaria, cuenta con 100 m<sup>2</sup>; y las tuberías de ingreso y salida son en PVC con diámetros de 2 y 4 pulgadas.

### **6.3.2.1 Actividades de la planta de proceso**

La planta de procesos tiene una capacidad de procesar (8) toneladas de pescado diarias, donde la frecuencia de procesamiento es de 3 veces por semana. El proceso dura aproximadamente (8) horas desde que el pescado entra hasta que se despacha.

El proceso dentro de la planta para la maquila del pescado es el siguiente:

- Una vez pescada la tilapia en los lagos de la finca, se procede a vaciarla en una alberca de recepción la cual tiene 4 metros de largo x 3 metros de ancho x 1.3 metros de profundidad, donde el pescado recibe un choque térmico ya que el agua que lo recibe tiene de 5 a 8° C.



- El pescado es trasladado manualmente por un operario a una maquina encargada de desescamarlo como primer paso.
- Una vez al pescado se le retiran las escamas manualmente se pasa a la mesa principal para su maquila, donde como primera medida se procede a revisar que no hayan quedado escamas.
- Posterior a ello viene el eviscerado del pescado, donde se hace un corte transversal en el vientre del pescado. Según la necesidad del cliente las agallas se dejan o no.
- Se procede al lavado general del pescado para que no quede ningún restante de la víscera.
- Se deposita el pescado en canastas con hielo para mantener una temperatura de 1 a 3° C hasta que llegue el vehículo de transporte de alimentos en frio.

#### **6.3.2.2 Descripción del sistema de vertimiento actual**

Actualmente la planta de procesamiento de pescado no tiene un sistema de tratamiento de aguas muy eficiente, donde se maneja un caudal de 0.8 L/s aproximadamente. Cada día de proceso se vierte aproximadamente 28,8 m<sup>3</sup>, donde el sistema de tratamiento que se tiene actualmente consta de:

Sistema de trampa de grasas:

Esta unidad de tratamiento es la encargada de recibir los vertimientos generados por el proceso de aprovechamiento de pescado. Mediante procesos físicos o diferencia de densidad, las partículas de grasa quedan en la superficie, donde el tiempo de retención es de 2 horas, tiempo suficiente para que se acumule la capa de natas en la parte superficial. Es importante mencionar que esta estructura posee elementos complementarios tales como (criba y desarenador) que proporcionan un tratamiento básico (retención de material grueso) previo al ingreso de los

compartimientos de la trampa grasa. A continuación, se exponen la información relacionada con el dimensionamiento y eficiencia de remoción de contaminantes de este componente del STAR:

**Tabla 7 Dimensiones de la trampa de grasas**

<b>Parámetros</b>	<b>Valores</b>
Ancho (m)	1.5
Ancho efectivo (m)	1.3
Largo (m)	3.0
Largo Efectivo (m)	2.55
Altura (m)	2.1
Profundidad Efectiva (m)	1.75
Volumen (m <sup>3</sup> )	5.80
Caudal de Entrada (m <sup>3</sup> /Día)	28.8
Caudal de Salida (m <sup>3</sup> /Día)	28.8
Tiempo de retención Hidráulica (Día)	0.20 o 2.88 minuto.
Eficiencia de Remoción de SST (%)	70
Eficiencia de Remoción DBO (%)	15
Eficiencia de Remoción DQO (%)	10
Eficiencia de Remoción de Grasas y Aceites (%)	90

Fuente: Autoría propia.

### **6.3.3 Reservorio y Sistemas de Tratamiento**

El área de aprovechamiento de pescado tiene un sistema STAR; constituido por un grupo de trampas de grasas y un pequeño estanque de sedimentación, cuyo propósito principal es retener parcialmente los residuos sólidos orgánicos y remanentes de grasas que se incorporan en el agua del proceso, actualmente ocupan 30 m<sup>2</sup>.

Para llevar a cabo el desarrollo o construcción de la laguna de flujo se debe tener en cuenta los siguientes criterios:

El mayor beneficio de las plantas es la transferencia de oxígeno a la zona de la raíz. Su presencia física en el sistema (tallos, raíces y rizomas) permite la penetración a la tierra o medio de apoyo y transporta el oxígeno de manera más profunda, de lo que llegaría naturalmente a través de la sola difusión. Lo más importante en los humedales artificiales es que las porciones sumergidas de las hojas y tallos muertos se degradan y se convierten en lo que se llama restos de

vegetación, que sirve como sustrato para el crecimiento de la película microbiana fija que es la responsable de gran parte del tratamiento que ocurre.

La utilización de *vetiver* *Vetiveria zizanoides* (L.) Nash para tratar aguas residuales es un método de bajo costo y muy eficiente para tratar aguas residuales domésticas e industriales y en investigaciones se ha demostrado que el *vetiver* bajo condiciones hidropónicas es capaz de bajar el nitrógeno total de 100 mgL<sup>-1</sup> a 6 mgL<sup>-1</sup> (94 % de eficiencia); el fósforo total de 10 mgL x10<sup>-1</sup> a 1 mgL x10<sup>-1</sup> (90 %), Coliformes fecales  $\geq 1.600$  org /100 mL a 900 org /100 mL (44 %); E. Coli (%), E. Coli de  $\geq 1.600$  org /100 mL a 140 org /100 mL (91 %); Oxígeno disuelto de < 1 mgL x10<sup>-1</sup> a 8 mgL x10<sup>-1</sup> (>800); conductividad eléctrica de 928  $\mu$ Scma 468  $\mu$ Scm; pH 7.3 a 6,0 y puede evapotranspira 1,1 L/día/cuatro plantas/ tambor, todo esto con un tiempo de retención de cuatro días. Por otro lado, se demostrado el potencial del *vetiver*, el cual tiene una capacidad de producir hasta 132 t/ha/año de materia seca, biomasa, muy por encima de cualquier gramínea. Una capacidad potencial de exportar hasta 1.920 kg/ha/año de nitrógeno y 198 kg/ha/año de fósforo; pero puede crecer con suplencias hasta de 6.000 kg/ha/año nitrógeno combinado con una suplencia de 250 kg de fósforo /ha/año. Esto le comunica a esta planta unas extraordinarias capacidades para eliminar tales nutrientes de aguas contaminadas. (H.R.H., 2003).

Nota: Teniendo en cuenta que la carga contaminante es bastante alta se propone una densidad de siembra de 0.50 m x 0.50 m (0.25 m<sup>2</sup>). Teniendo en cuenta que el área del humedal artificial es de 1016m<sup>2</sup>, se necesitaran aproximadamente 4064 plántulas de *Vetiver* para generar la remoción esperada.

El agua circula horizontalmente a través del medio granular, los rizomas y raíces de las plantas, ingresando en forma permanente. Es aplicada en la parte superior de un extremo y recogida por un tubo de drenaje en la parte opuesta inferior. El agua residual se trata a medida

que fluye lateralmente a través de un medio poroso (flujo pistón). Es fundamental que el agua residual que ingresa al sistema se mantenga en un nivel inferior a la superficie (5 a 10 cm), lo cual se logra regulando el nivel del dispositivo de salida en función a este requerimiento (20). Usualmente operan con un máximo de 2 a 6 g DBO/m<sup>2</sup> d. El sistema de recogida consiste en un tubo de drenaje cribado, rodeado con grava de igual tamaño que la utilizada al inicio. El diámetro de la grava de ingreso y salida oscila entre 50 mm a 100 mm. La zona de plantación está constituida por grava fina de un solo diámetro, entre 3 mm a 32 mm. Teniendo en cuenta el área y la profundidad del medio se necesitarán aproximadamente 266 mts<sup>3</sup> de grava.

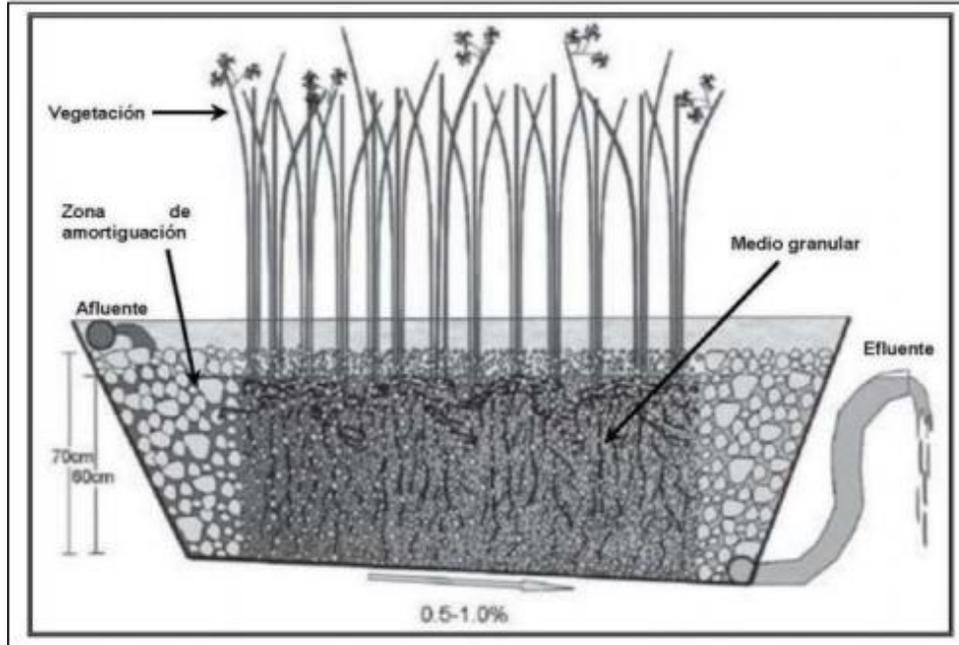


Ilustración 7 Esquema de humedal de flujo subsuperficial de flujo horizontal

Fuente: (Ortiz Espinoza, 2014)

Teniendo en cuenta que el humedal de Flujo Horizontal subsuperficial tiende a saturarse por sólidos, grasa, materia orgánica, se debe tener un sistema de mantenimiento de este, donde pueda volver a su funcionamiento ordinario. Para dicho mantenimiento se propondrá tanto en la entrada como en la salida, una conexión superficial con las tuberías del afluente y efluente donde

se pueda inyectar agua a presión; de esta manera se pueda retirar la cantidad de residuo acumulado y pueda llegar hasta la tubería de salida. Se contará con dos entradas superficiales de purga sobre el lecho filtrante en el afluente y dos entradas en el efluente. Dicho mantenimiento se realizará cada seis meses, donde durará un día en intermitencias de una hora bombeando agua a presión cada 30 minutos. Es importante garantizar que en la parte superficial del humedal Artificial o alrededor, no crezcan árboles en el área, ya que las raíces pueden dañar el revestimiento de igual manera es indispensable que no se sature el área de tratamiento de material vegetal, que impida el crecimiento del vetiver, que es la principal fuente de remoción contaminante. Teniendo en cuenta las altas concentraciones del agua residual proveniente de la planta de Procesos de la empresa Agropecuaria San Felipe CIA S en C, se hace necesario implementar un Humedal artificial de flujo subsuperficial horizontal, donde cumpla con los porcentajes de remoción esperados tanto para DBO5, DQO, SST, grasas y aceites, como parámetros principales. Las dimensiones de la laguna son de relación, largo: ancho 3:1, donde el área arrojada es relativamente pequeña, tomando a consideración la carga contaminante tan alta del vertimiento, esto se debe a que el caudal de vertimiento es bajo Se utilizara un total de 4064 plántulas de Vetiver, en un área de 1016 m<sup>2</sup> teniendo una densidad de 0.25m<sup>2</sup> de plantación de esta especie, de igual manera se utilizara 610 m<sup>3</sup> grava para generar la filtración adecuada. Se espera una eficiencia de remoción del sistema propuesto en un 87% al 90% de los parámetros mencionados, teniendo en cuenta como valor agregado que el vetiver en alta densidad tiene un porcentaje de remoción alto, aproximadamente del 96,86% y 98,07% según (Scavo, Rodríguez, & Luque, 2012). Es indispensable tener en cuenta que el vertimiento antes de llegar al Humedal Artificial de flujo Subsuperficial cuenta con un tratamiento primario el cual consta de una trampa grasas, y una bandeja de filtración para sólidos de mayor tamaño.

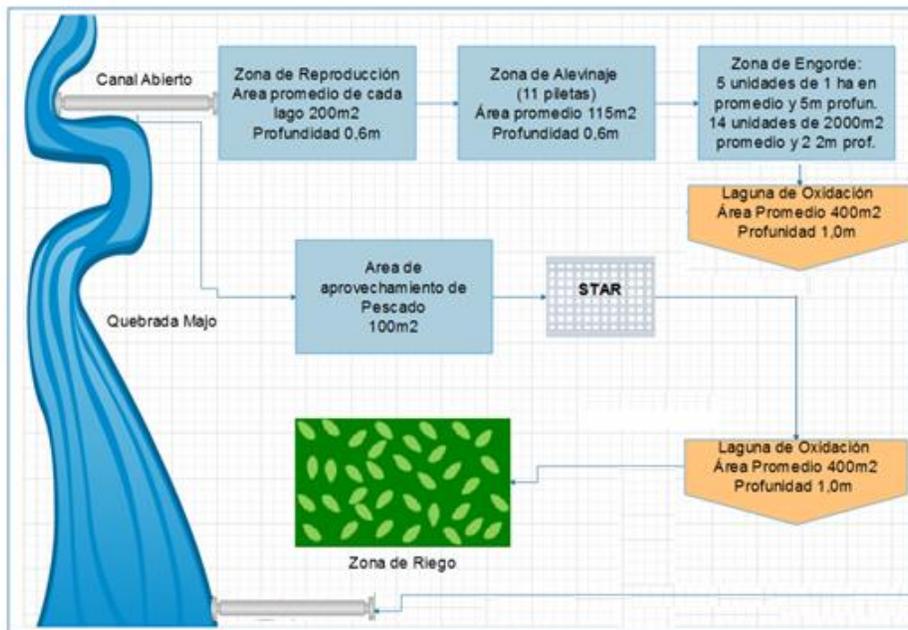
Los porcentajes de remoción para estos dos sistemas son los siguientes:

Tabla 8 Eficiencia de Remoción

	Unidades de tratamiento	Eficiencia Mínima de Remoción de Parámetros, (%)						
		DBO <sub>5</sub>	DQO	SST	SSED	Grasas y Aceites	Patógenos	Patógenos
Pretratamiento	Cribado o desbaste	0-15	0-10	50	0-6	0-40	N/A	Remociones con microcribas
	Trampas grasas	0-5	0-5	0-10	N/A	85-95	N/A	

Fuente: Autoría propia.

A continuación, se observa el esquema del sistema de captación de AGROPECUARIA SAN FELIPE Y CIA. S. EN C.



**Ilustración 8** Esquema del sistema de captación.

Fuente: Autoría propia.

El caudal otorgado a la empresa Agropecuaria San Felipe y CIA. S. en C. es de 38,9 L/s.

### 6.3.4 Uso del recurso hídrico

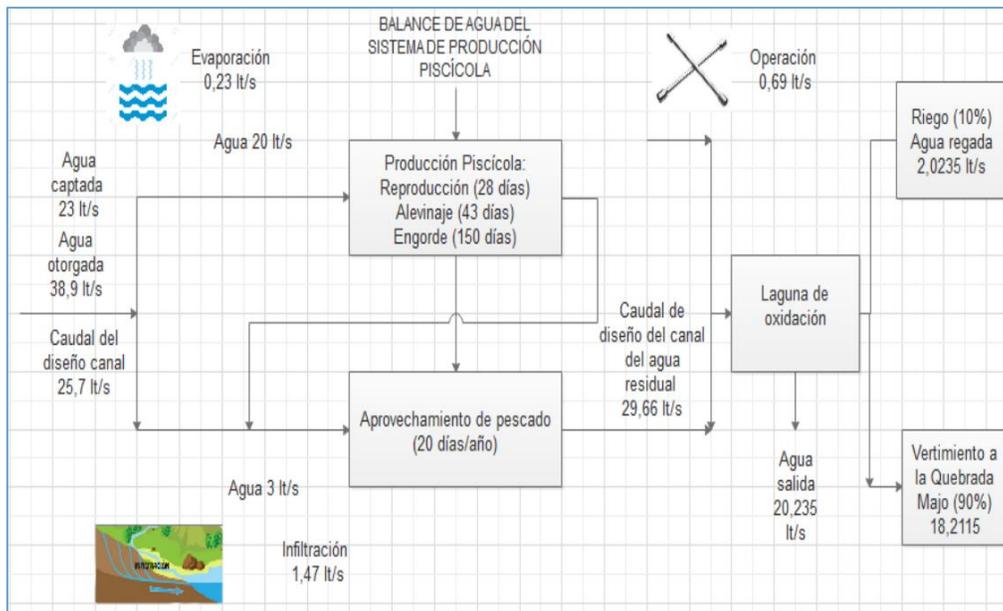
De acuerdo con la resolución No. 3105 del 29 de diciembre del 2008, la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM), otorga a la empresa Agropecuaria San Felipe y CIA. S. en C. el uso del recurso hídrico; en el que autoriza un caudal de 38,9 L/s de los cuales en época de invierno solo usan 23 L/s. A continuación, se detalla el uso de agua para cada actividad.

**Tabla 9** Usos y consumo promedio del recurso hídrico en el proyecto

Actividad	Caudal	Horas/día	Días de consumo
Producción piscícola	20 L/s promedio	12 h	300 días/año
Aprovechamiento del pescado	3 L/s promedio	10,5h	20 días/año 5 días/trimestre

Fuente: Resolución No 2211 del 28 de septiembre de 2015

### 6.3.5 Balance del agua del sistema



**Ilustración 9** Balance hídrico piscicultura en la finca San Felipe en un ciclo

Fuente: Autoría propia.

Para desarrollar la Ilustración 9, se tuvo en cuenta las entradas y salidas del proceso de conducción del agua en litros por segundo. A continuación, se puede evidenciar el consumo de agua por un ciclo de producción en m<sup>3</sup>/día:

**Tabla 10** Consumos de agua de un ciclo productivo en m<sup>3</sup>/día.

<b>Producción</b>	<b>Consumo m<sup>3</sup>/día</b>	<b>Duración del proceso en m<sup>3</sup>/día</b>
Producción piscícola (221 días y 12 horas)	864,00	190944,00
Aprovechamiento de pescado (20 días y 10,5 horas)	113,40	2268,00
<b>Total</b>	<b>977,40</b>	<b>193212,00</b>
Pérdidas del agua (221 días)	103,25	22818,25
Agua salida (221 días)	874,15	193187,59
Caudal de agua captada en L/s = 23		Agua salida L/s = 20,235

Fuente: Agropecuaria San Felipe

### 6.3.6 Acciones para el ahorro en el uso del agua

- Actualmente se realiza un aforo periódico para determinar si no se sobrepasa el caudal otorgado por la Corporación Autónoma Regional - CAM de 38,9 L/s.

- Se inspecciona semanalmente el sistema de captación para verificar que no haya fugas, taponamiento y agrietamiento, que generen pérdidas del agua. Igualmente, esta actividad se realiza en los estanques.
- El agua de salida ya proveniente del sistema de tratamiento de agua residual, un 10% es utilizada como sistema de riego para pastizales y cultivos frutales.

### 6.3.7 Porcentaje de pérdidas del caudal captado

Las pérdidas de agua en los canales en tierra son consecuencia de la evaporación (1 a 2 por ciento) e infiltración. Las pérdidas por infiltración varían según el tipo de suelo en que se ha excavado el canal:

**Tabla 11** Pérdida de agua según el suelo.

Suelo de tipo natural	Pérd (mm/dfa)
Arena	25.00 - 250
Legamo arenoso	13.00 - 76
Legamo	8.00 - 20
Legamo arcilloso	2.50 - 15
Arcilla legamosa	0.25 - 5
Arcilla	1.25 - 10

Fuente: FAO

El suministro de agua del predio San Felipe proviene de la quebrada Majo, mediante un canal abierto llamado El Cirilo; por el cual, esta acequia se derivan los otros dos ramales que conduce este recurso hídrico hacia los diferentes módulos de la propiedad; los ramales proporcionan en promedio 25,7 l/s (ramal 1) y 13,2 (ramal 2).

Para obtener el porcentaje de pérdida de infiltración y evaporación del sistema de conducción en la empresa, se debe tener en cuenta la siguiente información del canal:

Tipo de sección: rectangular profundidad  $h = 0,45$  m

Ancho = 0,80 m caudal captado: 23 L/s.

Longitud = 150 m

Horas: 12 horas

Suelo: arcilla perdida de 2mm/día

### 6.3.8 Pérdida por evaporación

La evaporación en el municipio de Garzón es de un 1% para el caudal captado:

Caudal captado \* 1% evaporación = 23 L/s \* 1% = 0,23 L/s

En un día (12 horas diarias de sol) se perdería por evaporación  $9,94 \text{ m}^3/\text{día}$ .

### 6.3.9 Pérdida por infiltración

Área del sistema de conducción =  $120 \text{ m}^2$  use superíndice

Pérdida por infiltración = Infiltración x Área del estanque =  $0,002 \text{ m/día} \times 120 \text{ m}^2 = 0,24 \text{ m}^3/\text{día}$

**Tabla 12** Pérdidas por infiltración.

Elemento	Longitud (m)	Ancho (m)	Área ( $\text{m}^2$ )	Pérdida m/día Tipo de suelo	Pérdida de infiltración $\text{m}^3/\text{día}$	Pérdida de infiltración L/día
Canal de conducción	150	0,8	120	0,002	0,2400	240,0
Laguna de reproducción (11 Piletas)	76	3,2	243,2	0,002	0,4864	486,4
Alevinaje (10 Estanques)	170	60	10200	0,002	20,4000	20400,0
Levante -Engorde (14 Lagos y 10 lagos)	218	138	30084	0,002	60,1680	60168,0
	175	133	23275	0,002	46,5500	46550,0
					<b>127,8444</b>	<b>127844,4</b>

Fuente: Autoría propia.

En un día se perdería por infiltración 127,8444 m<sup>3</sup>/día; por el cual, equivale al 6,43% del caudal captado.

### 6.3.10 Pérdida por operación

De acuerdo con la información suministrada por la empresa, la pérdida de agua en los procesos de operación por rebose en los estanques es mínima, y existe un control frente esta situación. Se calcula que un 3% es la pérdida por operación del caudal utilizado

$$23 \text{ L/s} * 3 \% = 0,69 \text{ L/s}$$

**Tabla 13** Pérdidas de agua en el sistema de abastecimiento del proyecto piscícola.

<b>Perdida de agua</b>	<b>%</b>	<b>L/s</b>	<b>m<sup>3</sup>/día</b>
Evaporación (12 h)	1	0.23	9.94
Infiltración (24 h)	6.43	1.47	127.8
Operación (12 h)	3	0.69	29.80
<b>Total</b>	<b>10.43</b>	<b>2.39</b>	<b>167.58</b>

Fuente: Autoría propia.

### 6.3.11 Descripción detallada del uso de agua

El agua captada de la quebrada Majo se dispone para actividades piscícolas, especialmente para la oxigenación de los estanques del policultivo de tilapia; también para el respectivo llenado de estanques, laguna y piletas de la producción piscícola.

Esta oxigenación permite proporcionar el oxígeno disuelto OD, mantener limpio el fondo del estanque (fase inicial) – altos niveles de OD (engorde); evitar la estratificación e incrementar la transferencia del oxígeno; y disminuir los niveles de CO<sub>2</sub> y NH<sub>3</sub>. El sistema de oxigenación utilizado es por gravedad.

El recurso hídrico también se dispone en las lagunas aerobias o de oxidación para tratar parcialmente los vertimientos de las diferentes actividades realizadas en el área piscícola antes de disponerlo en el sistema de riego y la quebrada Majo.

### 6.3.12 Módulos de consumo

Los módulos de consumo del sector piscícola son de acuerdo con los calculados por la Corporación Autónoma Regional – CAM, la cual es de 3,5 L/s por hectárea y por aprovechamiento de pescado 0.1L/s global, por ello se otorga 38,9 L/s:

**Tabla 14 Módulo de consumo en las etapas del cultivo de Tilapia.**

USO	DESCRIPCIÓN	MÓDULO	CAUDAL (L/s)
Producción Piscícola	11,08 ha	3,5 L/S/ha	38,8
Aprovechamiento de Pescado	-	0,1 L/s	0,1
<b>TOTAL</b>			<b>38,9</b>

Fuente: Autoría propia.

## 6.4 Reducción de pérdidas

### 6.4.1 Pérdidas de agua dentro del sistema

En el término 6.3.7 *Porcentaje de pérdidas del caudal captado*, se puede observar los porcentajes de agua por evaporación, filtración y operación del sistema de abastecimiento del recurso:

- 1% pérdida por evaporación: Canal de conducción y estanques.
- 6,43% pérdida por infiltración: Canal de conducción y estanques.
- 3% pérdida por operación: Canal de conducción y estanques, sucede por rebose o daño en ellos.

### 6.4.2 Avances y necesidades en macro y micro medición

En la empresa Agropecuaria San Felipe y CIA. S. para indicar las metas de reducción del agua en el predio San Felipe, se deben aplicar mantenimientos continuos en el sistema de conducción y estanques para poder mantener un control de reboses, fugas y goteos.



La finca no cuenta con obra de caudal; es importante su construcción ya que es una estructura destinada a derivar parte del agua disponible en la fuente hídrica, también su construcción cumple con la función de decantar los sólidos filtrados para evitar que el transporte de aquellos en el canal dificulte los trabajos de mantenimiento de este.



## 6.5 Compromisos y actividades para los próximos 5 años

### 6.5.1 Reducción de pérdidas

<b>REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS DE AGUA</b>			
<b>OBJETIVO</b>	Implementar estrategias para la reducción de pérdidas de agua en el sistema de abastecimiento de la empresa Agropecuaria San Felipe y CIA. S. en C.		
<b>META</b>	Ejecutar las estrategias en un 100% de la empresa.		
	Reducir el 90% de la pérdida de agua en el sistema de abastecimiento.		
<b>IMPACTOS PARA CONTROLAR</b> Agotamiento del recurso hídrico.			
<b>TIPO DE MEDIDAS CONTEMPLADAS</b>			
<b>PREVENCIÓN</b>	<b>X</b>	<b>MITIGACIÓN</b>	<b>x</b>
<b>CORRECCIÓN</b>	<b>x</b>	<b>COMPENSACIÓN</b>	
<b>ACCIONES PARA DESARROLLAR:</b>			
<b>PREVENCIÓN Y/O MITIGACIÓN</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar un monitoreo diario en los estanques por un posible rebose a causa de condiciones antrópicas o natural.</li> <li>Hacer un estudio semestral de las condiciones físicas que presenta el canal de conducción, estanques y bocatoma</li> </ul>			
<b>CORRECCIÓN</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Reparar los daños ocasionados en el sistema de abastecimiento.</li> </ul>			
<b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b>			
Agropecuaria San Felipe y CIA. S. en C.			
<b>INDICADORES DE MEDICIÓN Y SEGUIMIENTO</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Total, reboses de agua en el mes / Total de reboses en el año*100</li> <li>Total, de reparaciones realizadas en el año / Total de reparaciones detectadas en el año * 100</li> <li>Total, de agua de entrada / Total de agua de salida * 100</li> </ul>			
<b>RESPONSABLE:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Financiación: Agropecuaria San Felipe y CIA. S. en C.</li> <li>Ejecución: Trabajadores de la Agropecuaria San Felipe y CIA. S. en C.</li> <li>Coordinación: Administración de la empresa.</li> <li>Supervisión: Autoridad ambiental competente (CAM).</li> </ul>			
<b>CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN</b>			
Su ejecución se realizará de la siguiente manera: monitoreo de los estanques diariamente, estudio de las condiciones físicas del sistema de abastecimiento trimestralmente y reparación de los posibles daños cada vez que se identifique.			
<b>PRESUPUESTO</b>			
Se destinan \$700.000 al año para el desarrollo de las actividades.			



### 6.5.2 Realizar medición de caudales

MEDICIÓN DE CAUDALES					
<b>OBJETIVO</b>	Identificar las actividades de control y seguimiento del caudal de concesión y la cantidad de agua que ingresa a cada proceso de la empresa Agropecuaria San Felipe y CIA. S. en C.				
<b>META</b>	Ejecutar las estrategias en un 100% de la empresa.				
	Dar cumplimiento de las actividades de la resolución donde se reglamenta el agua concesionada. Construir el 100% de la obra de control de caudal				
<b>IMPACTOS PARA CONTROLAR</b>					
Agotamiento del recurso hídrico.					
<b>TIPO DE MEDIDAS CONTEMPLADAS</b>					
<b>PREVENCIÓN</b>	<b>X</b>	<b>MITIGACIÓN</b>	<b>x</b>	<b>CORRECCIÓN</b>	<b>COMPENSACIÓN</b>
<b>ACCIONES PARA DESARROLLAR:</b>					
<b>PREVENCIÓN Y/O MITIGACIÓN</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construcción de una obra de control de caudal, para garantizar el caudal de entrada y que se encuentre dentro del caudal otorgado por la CAM</li> <li>• Implementar un monitoreo al caudal concesionado, teniendo en cuenta que sobrepase el límite estipulado en la resolución.</li> </ul>					
<b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b>					
Entrada del agua en la Agropecuaria San Felipe y CIA. S. en C.					
<b>INDICADORES DE MEDICIÓN Y SEGUIMIENTO</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Total, del caudal concesionado - total del caudal del punto de captación / Total del caudal concesionado*100</li> <li>• Total, de monitoreos de captación realizados/ Total de monitoreos del punto de captación programados * 100</li> </ul>					
<b>RESPONSABLE:</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Financiación: Agropecuaria San Felipe y CIA. S. en C.</li> <li>• Ejecución: Trabajadores de la Agropecuaria San Felipe y CIA. S. en C.</li> <li>• Coordinación: Administración de la empresa.</li> <li>• Supervisión: Autoridad ambiental competente (CAM).</li> </ul>					
<b>CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN</b>					
La construcción de la obra de control de caudal durará máximo a un término de un año. Los monitoreos se realizarán diariamente para verificar el caudal de la zona.					
<b>PRESUPUESTO</b>					
El presupuesto para la construcción de la obra de control de caudal es de \$2'000.000					



### 6.5.3 Fomentar el reúso del agua

REUSO DE AGUAS					
<b>OBJETIVO</b>	Optimizar sistema de riego para aplicarlo en las zonas verdes de la finca.				
<b>META</b>	Ejecutar las estrategias en un 100% en la empresa.				
	Utilizar el 30% de las aguas tratadas en las actividades nombradas.				
<b>IMPACTOS PARA CONTROLAR</b>					
Agotamiento del recurso hídrico.					
<b>TIPO DE MEDIDAS CONTEMPLADAS</b>					
<b>PREVENCIÓN</b>	<b>X</b>	<b>MITIGACIÓN</b>		<b>CORRECCIÓN</b>	<b>COMPENSACIÓN</b>
<b>ACCIONES PARA DESARROLLAR:</b>					
<b>PREVENCIÓN</b>					
Realizar mantenimientos a la laguna de oxidación para que opere adecuadamente y no se vea afectado el sistema de riego ya establecido en la empresa.					
<b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b>					
Laguna de oxidación de la Agropecuaria San Felipe y CIA. S. en C.					
<b>INDICADORES DE MEDICIÓN Y SEGUIMIENTO</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>Total, de litros de agua tratada / Total de litros de agua reutilizada en el sistema de riego *100</li> <li>Total, de mantenimientos realizados / Total de mantenimientos planificados *100</li> </ul>					
<b>RESPONSABLE:</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>Financiación: Agropecuaria San Felipe y CIA. S. en C.</li> <li>Ejecución: Trabajadores de la Agropecuaria San Felipe y CIA. S. en C.</li> <li>Coordinación: Administración de la empresa.</li> <li>Supervisión: Autoridad ambiental competente (CAM).</li> </ul>					
<b>CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN</b>					
El mantenimiento del sistema de riego se hará cada seis meses.					
<b>PRESUPUESTO</b>					
Se destinan \$ 250.000 para el mantenimiento de la laguna de oxidación.					



#### 6.5.4 Campañas educativas

<b>CAMPAÑAS EDUCATIVAS</b>					
<b>OBJETIVO</b>	Brindar educación ambiental para concientizar y sensibilizar a los trabajadores acerca del uso y ahorro del recurso hídrico de la empresa Agropecuaria San Felipe y CIA. S. en C.				
<b>META</b>	Ejecutar las estrategias en un 100% en la empresa.				
	Concientizar y sensibilizar al 100% de los trabajadores de la empresa.				
<b>IMPACTOS PARA CONTROLAR</b>					
Agotamiento del recurso hídrico.					
<b>TIPO DE MEDIDAS CONTEMPLADAS</b>					
<b>PREVENCIÓN</b>	x	<b>MITIGACIÓN</b>	<b>CORRECCIÓN</b>	<b>COMPENSACIÓN</b>	
<b>ACCIONES PARA DESARROLLAR:</b>					
<b>PREVENCIÓN</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Socializar el PUEAA a los trabajadores para capacitarlos sobre el buen uso y aprovechamiento del agua, además que adquieran un compromiso sobre las estrategias mencionadas.</li> <li>• Diseñar material visual con información de procesos para el uso diario y la protección de fuentes hídricas.</li> <li>• Realizar campañas acerca del uso y ahorro eficiente del agua</li> </ul>					
<b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b>					
Agropecuaria San Felipe y CIA. S. en C.					
<b>INDICADORES DE MEDICIÓN Y SEGUIMIENTO</b>					
Total, de trabajadores capacitados / Total de trabajadores de la empresa*100					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Total, de capacitaciones realizadas/ Total de capacitaciones programadas*100</li> <li>• Total, de asistencia de trabajadores / Total de material visual realizado *100</li> </ul>					
<b>RESPONSABLE:</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Financiación: Agropecuaria San Felipe y CIA. S. en C.</li> <li>• Ejecución: Trabajadores de la Agropecuaria San Felipe y CIA. S. en C.</li> <li>• Coordinación: Administración de la empresa.</li> <li>• Supervisión: Autoridad ambiental competente (CAM).</li> </ul>					
<b>CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN</b>					
Las campañas se realizarán cada seis meses e igualmente los diseños visuales se entregarán en las mismas.					
<b>PRESUPUESTO</b>					
La capacitación tendrá un costo de \$180.000, al año se realizarán dos y tendría un costo de \$360.000.					
La elaboración de los materiales visuales tendría un costo al año de \$100.000. Costo Total: \$460.000					



### 6.5.5 Tecnologías de bajo consumo

TECNOLOGÍAS DE BAJO CONSUMO				
<b>OBJETIVO</b>	Implementar sistemas tecnológicos eficientes para mejorar y reducir el consumo de agua en los procesos de la empresa Agropecuaria San Felipe y CIA. S. en C.			
<b>META</b>	Ejecutar las estrategias en un 100% en la empresa.			
	Reducir el consumo hídrico en un 20% en los sistemas.			
<b>IMPACTOS PARA CONTROLAR</b>				
Agotamiento del recurso hídrico.				
<b>TIPO DE MEDIDAS CONTEMPLADAS</b>				
<b>PREVENCIÓN</b>	x	<b>MITIGACIÓN</b>	<b>CORRECIÓN</b>	<b>COMPENSACIÓN</b>
<b>ACCIONES PARA DESARROLLAR:</b>				
<b>PREVENCIÓN Y/O MITIGACIÓN</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construcción de un sistema de abastecimiento de agua lluvia para el uso de procesos asequibles con la cantidad recolectada.</li> <li>• Utilización del sistema de abastecimiento de agua lluvia en operaciones que no altere la producción.</li> </ul>				
<b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b>				
Agropecuaria San Felipe y CIA. S. en C. en la finca San Felipe				
<b>INDICADORES DE MEDICIÓN Y SEGUIMIENTO</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metros lineales de cunetas construidas/200metros lineales</li> <li>• Total, de litros de agua lluvia reutilizada/ Total de litros de agua captada *100</li> </ul>				
<b>RESPONSABLE:</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Financiación: Agropecuaria San Felipe y CIA. S. en C.</li> <li>• Ejecución: Trabajadores de la Agropecuaria San Felipe y CIA. S. en C.</li> <li>• Coordinación: Administración de la empresa.</li> <li>• Supervisión: Autoridad ambiental competente (CAM).</li> </ul>				
<b>CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN</b>				
La construcción del sistema de abastecimiento de agua lluvia se realizará en un periodo máximo de un año.				
<b>PRESUPUESTO</b>				
Se estima un costo de \$3.000 por cada metro lineal de cuneta de agua lluvia * 200 metros lineales = \$600.000				



### 6.5.6 Protección de zonas de manejo especial

PROTECCIÓN DE ZONAS DE MANEJO ESPECIAL				
<b>OBJETIVO</b>	Implementación de cercas vivas para la generación de servicios ambientales y mejoramiento del ambiente en la empresa Agropecuaria San Felipe y CIA. S. en C y en la ronda de la Quebrada Majo.			
<b>META</b>	Ejecutar las estrategias en un 100% en la empresa y en la ronda de la quebrada Majo.			
<b>IMPACTOS PARA CONTROLAR</b>				
Agotamiento y contaminación del recurso hídrico.				
<b>TIPO DE MEDIDAS CONTEMPLADAS</b>				
<b>PREVENCIÓN</b>	<b>MITIGACIÓN</b>	<b>CORRECCIÓN</b>	<b>COMPENSACIÓN</b>	<b>x</b>
<b>ACCIONES PARA DESARROLLAR:</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>Diseñar y ejecutar la realización del proyecto de cercas vivas en la empresa y en cercanías de la Quebrada Majo con el fin de proteger y conservar el cuerpo hídrico</li> <li>Seguimiento de las zonas de instalación de la cerca viva</li> </ul>				
<b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b>				
Ronda hídrica correspondiente a la Agropecuaria San Felipe y CIA. S. en C.				
<b>INDICADORES DE MEDICIÓN Y SEGUIMIENTO</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>Total, de construcción de cerca viva realizada / Total de construcción de cerca viva proyectada</li> <li>Total, en metros de cerca viva conservada / Total en metros de cerca viva instalada * 100</li> <li>Metros lineales de cerca viva instalada/ Metros lineales de ronda hídrica que pasa por el proyecto * 100</li> </ul>				
<b>RESPONSABLE:</b>				
Financiación: Agropecuaria San Felipe y CIA. S. en C. Ejecución: Trabajadores de la Agropecuaria San Felipe y CIA. S. en C. Coordinación: Administración de la empresa. Supervisión: Autoridad ambiental competente (CAM).				
<b>CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN</b>				
Se realizará en un término máximo de 1 año. Luego se mantendrá un seguimiento cada 4 meses.				
<b>PRESUPUESTO</b>				
Se estima que el costo es de \$200.000 cada 100 metros. El predio tiene 30 hectáreas de la cual se protegerán 300 m, el presupuesto final sería de \$600.000. Obra de mano de instalación de cerca viva: \$200.000 Mantenimiento: 100.000 Total, del programa: \$900.0000				

### 6.5.7 Plan de acción

Proyecto	Actividad	Indicador	Año 1 % a ejecutar	Año 2 % a ejecutar	Año 3 % a ejecutar	Año 4 % a ejecutar	Año 5 % a ejecutar
Reducción de pérdidas de agua	Realizar un monitoreo diario en los estanques por un posible rebose a causa de Condiciones antrópicas o trópicas.	Total, reboses de agua en el mes / Total de reboses en el año	90% de ausencia de rebose de agua en el año.	90% de ausencia de rebose de agua en el año.	93% de ausencia de rebose de agua en el año.	95% de ausencia de rebose de agua en el año.	100% de ausencia de rebose de agua en el año.
	Hacer un estudio semestral de las condiciones físicas que presenta el canal de conducción, estanques y bocatoma.	Total, de agua de entrada / Total de agua de salida	Reducción del 20% de las pérdidas anuales.	Reducción del 40% de las pérdidas anuales.	Reducción del 50% de las pérdidas anuales.	Reducción del 70% de las pérdidas anuales.	Reducción del 90% de las pérdidas anuales.
	Reparar los daños ocasionados en el sistema de abastecimiento.	Total, de reparaciones hechas en el año / Total de reparaciones detectadas en el año	100% de los daños reparados.				
Medición de caudales.	Implementar un monitoreo al caudal concesionado, teniendo en cuenta que no sobrepase el límite estipulado en la resolución.	Total, de monitoreos del punto de captación / Total de monitoreos del punto de captación realizado.	80% de los monitoreos programados.	85% de los monitoreos programados.	90% de los monitoreos programados.	90% de los monitoreos programados.	100% de los monitoreos programados.

Proyecto	Actividad	Indicador	Año 1 % a ejecutar	Año 2 % a ejecutar	Año 3 % a ejecutar	Año 4 % a ejecutar	Año 5 % a ejecutar
	Construcción de una obra de control de caudal.	Total, del caudal concesionado – Total del caudal en el punto de captación / Total del caudal concesionado	Será construida la obra de caudal en un 100%.	Cumplir que el caudal captado este dentro del concesionado en un 100%	Cumplir que el caudal captado este dentro del concesionado en un 100%	Cumplir que el caudal captado este dentro del concesionado en un 100%	Cumplir que el caudal captado este dentro del concesionado en un 100%
Reúso de aguas.	Realizar un mantenimiento a la laguna de oxidación.	Total, de mantenimientos realizados / Total de mantenimientos planificados	Realizaron del 100% de los mantenimientos planificados.	Realizaron del 100% de los mantenimientos planificados.	Realizaron del 100% de los mantenimientos planificados.	Realizaron del 100% de los mantenimientos planificados.	Realizaron del 100% de los mantenimientos planificados.
	Utilizar el agua tratada en el sistema de riego	Total, de litros de agua tratada / Total de litros de agua reutilizada	Utilización del 100% de las aguas tratadas.	Utilización del 100% de las aguas tratadas.	Utilización del 100% de las aguas tratadas.	Utilización del 100% de las aguas tratadas.	Utilización del 100% de las aguas tratadas.
Campañas educativas	Socializar el PUEAA a los trabajadores.	Total, de trabajadores capacitados / Total de trabajadores de la empresa	Capacitado el 100% de los trabajadores				
	Diseñar material visual con información de procesos para el uso diario y la protección de fuentes hídricas.	Total, de asistencia de trabajadores / Total de material realizado	Entrega el 100% del material.	Entrega el 100% del material.	Entrega el 100% del material.	Entrega el 100% del material.	Entrega el 100% del material.
	Realizar campañas a cerca de uso y ahorro del agua.	Total, de capacitaciones realizadas / Total de capacitaciones programadas	Realizaron el 100% de las capacitaciones planificadas	Realizaron el 100% de las capacitaciones planificadas	Realizaron el 100% de las capacitaciones planificadas	Realizaron el 100% de las capacitaciones planificadas	Realizaron el 100% de las capacitaciones planificadas
Tecnologías de bajo	Construcción de un sistema de abastecimiento de	Metros lineales de cunetas construidas/200metros		Será construida en un 100% el sistema			

Proyecto	Actividad	Indicador	Año 1 % a ejecutar	Año 2 % a ejecutar	Año 3 % a ejecutar	Año 4 % a ejecutar	Año 5 % a ejecutar
consumo.	agua lluvia para el uso de procesos asequibles con la cantidad recolectada.	lineales					
	Utilización del sistema de abastecimiento de agua lluvia en operaciones que no altere la producción.	Total, de litros de agua lluvia reutilizada / Total de litros de agua captada	Utilización del 100% de las aguas lluvias.				
Protección de zonas de manejo especial.	Diseñar y ejecutar la realización del proyecto de cercas vivas.	Total, de construcción de cerca viva realizada / Total de construcción de cerca viva proyectada  Metros lineales de cerca viva instalada/ Metros lineales de ronda hídrica que pasa por el proyecto	Será construida en un 100% la cerca viva.	100% de la ronda hídrica protegida			
	Realizar un seguimiento a las zonas de instalación de la cerca viva.	Total, en metros de cerca viva en buen estado / Total en metros de cerca viva instalada	Realizarán el 100% de los seguimientos planificados				

## 7. Discusión

El presente documento técnico se desarrolla conforme a la expectativa de mejorar la calidad del vertimiento de la planta de procesos de pescado de la empresa Agropecuaria San Felipe y CIA ubicada en Garzón Municipio del departamento del Huila. Se hace indispensable adoptar medidas de manejo para las aguas residuales en los diferentes sectores productivos agrícolas, donde se pueda estandarizar la mejor opción de tratamiento con el fin de no impactar negativamente aguas abajo con los diferentes vertimientos. Teniendo en cuenta que, en todo el proceso productivo de la tilapia roja, donde más se genera impacto negativo al recurso hídrico es en la planta de alistamiento o planta de proceso de pescado, lo anterior debido a que la carga contaminante del vertimiento, expresada en Sólidos Suspendidos Totales, DBO5, DQO, grasas y aceites, por nombrar las más representativas, son muy altas, teniendo en cuenta que la carga contaminante es bastante alta se propone una densidad de siembra de 0.50 m x 0.50 m (0.25 m<sup>2</sup>), cabe mencionar que el área del humedal artificial es de 1016m<sup>2</sup>, se necesitaran aproximadamente 4064 plántulas de Vetiver para generar la remoción esperada.

Se tendrán como referencia “los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales” (Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, 2015), como guía principal para el desarrollo del diseño y memorias de cálculo. El alto grado de materia orgánica con la cual se compone el agua residual de la planta de procesos es debido al contenido de sangre y restos sólidos orgánicos que genera la transformación de la tilapia. Por tal razón se hace necesario poder realizar un sistema de tratamiento de este tipo de aguas en específico, donde dicho tratamiento primario será el acondicionamiento de una o “unas” lagunas,

principalmente facultativas, y/o de flujo subsuperficial las cuales “son considerados una tecnología económica para tratar las aguas residuales” (Ortiz Espinoza, 2014). Antes de haber ingresado a las lagunas, el agua debe de haber pasado primero por un sistema de retención de sólidos, y separación de grasas.

La importancia de la determinación, estandarización y acondicionamiento de dichas lagunas es sumamente importante, ya que, en la mayoría de los casos, las plantas existentes en el departamento del Huila no cumplen con la normativa ambiental de vertimientos. Los humedales son una tecnología viable para tratar aguas servidas en el sector rural debido a su bajo costo de operación y simplicidad en el manejo tecnológico. Además, es importante destacar que la eficiencia en la eliminación de materia orgánica y nutrientes es de hasta 95% y 60%, respectivamente. De igual manera este tipo de sistemas han mostrado una eficiencia de eliminación de materia orgánica medida como Demanda Bioquímica de Oxígeno a los 5 días (DBO5) variando entre 70 y 93%, mientras que, en el caso de los nutrientes, la eliminación de Nitrógeno Total (NT) varía entre 45 y 73% y de Fósforo Total (PT) entre 40 y 80%. Debido a estos valores de eliminación, es posible concluir que los humedales construidos con plantas ornamentales pueden realizar un tratamiento de las aguas agroindustriales en condiciones similares a las presentadas por plantas comunes. Sin embargo, las plantas ornamentales entregan un valor estético al entorno, junto a un posible beneficio económico para la población usuaria del sistema.



## 8. Conclusiones

- En el proceso productivo de tilapia roja, teniendo en cuenta las altas concentraciones del agua residual, se hace necesario implementar un Humedal artificial de flujo subsuperficial horizontal, donde cumplan con los porcentajes de remoción esperados tanto para DBO<sub>5</sub>, DQO, SST, grasas y aceites, como parámetros principales. Las dimensiones de la laguna son de relación, Largo Ancho 3:1, donde el área arrojada es relativamente pequeña, tomando a consideración la carga contaminante tan alta del vertimiento, esto se debe a que el caudal de vertimiento es bajo. Se debe utilizar un total de 4064 plántulas de Vetiver, en un área de 1016 m<sup>2</sup> teniendo una densidad de 0.25 m<sup>2</sup> de plantación de esta especie, de igual manera se utilizará 610 m<sup>3</sup> de grava para generar la filtración adecuada.
- Se implementaron los lineamientos metodológicos propuestos para la formulación e implementación del Programa de Uso Eficiente y Ahorro del agua en la empresa Agropecuaria San Felipe y CIA. S. en C. del predio de San Felipe, que permitirá que los administradores del recurso hídrico cuenten con una herramienta eficaz para el cumplimiento de las obligaciones legales.
- Se diseñó y se implementó el programa de Uso y Ahorro Eficiente del Agua (PUEAA), para la producción de policultivo de Tilapia, con el fin de dar uso eficiente del recurso hídrico en la empresa Agropecuaria San Felipe y CIA. S. en C. del predio de San Felipe, el cual cuenta con seis compromisos (Realizar medición de caudales, Fomentar el reuso del agua, Campañas educativas, Tecnologías de bajo consumo, Protección de zonas de manejo especial y un plan de acción), la cual se cumplirá durante los próximos 5 años, es carácter preventivo.



- Se estructuró un cronograma de actividades el cual les determina la periodicidad del mantenimiento y revisión del sistema productivo de la piscícola para el buen funcionamiento de este, evitando de esta manera pérdidas de agua y dando un mejor aprovechamiento del recurso.
- El sentido de pertenencia en los operarios y trabajadores de la piscícola evidencia claramente la recepción en cuanto a las capacitaciones y las campañas educativas que se le han brindado, como uno de los programas para el PUEAA en Agropecuaria San Felipe y CIA. S.
- La piscícola está comprometida con las acciones del medio ambiente, buscando siempre la forma de ejecutar su actividad productiva sin causar daños severos; siendo conscientes de la ubicación estratégica con la que cuenta la empresa.
- Tomando las diferentes variables del vertimiento tales como la concentración de contaminantes, caudal, sistemas de tratamiento existentes, espacio y complejidad, el humedal artificial de flujo horizontal subsuperficial, se acomoda a la necesidad de tratamiento de dicho vertimiento, ya que es de bajo costo, de fácil mantenimiento y con una alta efectividad de remoción. De igual manera su operabilidad es muy sencilla ya que siendo un sistema biológico, su actuación influye principalmente de las plantas macrofitas que en este caso será el Vetiver. Es de resaltar que el vertimiento no se llevará a cabo todos los días, ya que el funcionamiento de la planta de procesos es de 3 a 4 veces por semana, lo cual el tiempo ~~de~~ retención aumenta, mejorando la eficiencia del sistema. Tratando el vertimiento con el humedal propuesto y ya dimensionado se espera cumplir con la normativa que regula los parámetros máximos de vertimientos.

## 9. Recomendaciones

Se le recomienda a la Agropecuaria San Felipe y CIA. S. en C:

- Establecer un programa inclinado a la conservación de los nacimientos de las cuencas que abastecen a los diferentes productores con acciones como la reforestación de quebradas, jornada de limpieza, talleres de educación ambiental.
- Realizar auditorías internas, como mínimo cada año, para dar cumplimiento a la normatividad vigente que le aplique a su proceso de producción y cuidado del medio ambiente.

## Glosario

**Acciones para desarrollar:** Presenta las medidas y criterios de diseño de las actividades inherentes a la ficha; así como también, las estrategias que se deben seguir paralelo a las acciones planteadas.

**Afluente:** Agua residual u otro líquido que ingrese a un reservorio, o algún proceso de tratamiento.

**Aforos caudales:** Los aforos de caudal consisten en determinar la cantidad de agua que atraviesa una sección transversal de un cuerpo de agua en un instante de tiempo dado.

**Efluente:** Aquel residuo líquido que es difícil de depurar o reciclar con los métodos tradicionales (depuración fisicoquímica y depuración biológica) debido a su composición y especial peligrosidad en caso de ser vertido.

**Aguas crudas:** Aguas residuales que no han sido tratadas.

**Aguas superficiales:** Las aguas superficiales son las aguas que circulan sobre la superficie del suelo.

**Buenas Prácticas:** Es una acción que permite prevenir y/o minimizar en origen, la contaminación producida y la optimización de los recursos, mejorando de manera global el comportamiento medioambiental de las distintas organizaciones empresariales. Las buenas prácticas son medidas que influyen en las operaciones diarias de la empresa, promueven ciertos modos de actuación u organización, suponiendo cambios en la actividad de las personas. (Consebro, 2011)

**Carga de diseño:** Producto del caudal por la concentración de un parámetro específico; se usa para dimensionar un proceso de tratamiento, en condiciones aceptables de operación. Tiene unidades de masa por unidad de tiempo, (M/T).

**Gestión:** Conjunto de los métodos, procedimientos y acciones desarrollados por la Gerencia, Dirección o- Administrador del generador de residuos, sean estas personas naturales o jurídicas y

por los prestadores del servicio de aseo, para garantizar el cumplimiento de la normatividad vigente sobre residuos.

**Laguna de oxidación:** El sistema de tratamiento de aguas residuales mediante lagunas de oxidación es usado generalmente en las zonas rurales, pequeños municipios y algunas industrias, debido al poco mantenimiento que estas requieren y se definen como depósitos construidos mediante excavación y compactación de la tierra a poca profundidad que permiten almacenar agua de cualquier calidad por periodos relativamente mayores.

**Impacto ambiental:** Se debe describir el o los impactos específicos que se quieren evitar, mitigar, corregir o compensar al adoptar las medidas propuestas por la ficha. Esta descripción debe incluir la causa y el tipo de impacto.

**Pérdida de agua:** Corresponde al volumen de agua que no se consume o que no es registrada en los proyectos piscícolas y que ingresa al proceso, pero es desperdiciada

**Prevención:** Conjunto de acciones dirigidas a identificar, controlar y reducir los factores de riesgo biológicos, del ambiente y de la salud, que puedan producirse como consecuencia del manejo de los residuos, que implique la generación, manejo o disposición, con el fin de evitar que aparezca el riesgo o la enfermedad y se propaguen u ocasionen daños mayores o generen secuelas evitables.

**Responsable de la ejecución:** Enumera en un listado no exhaustivo, las personas, empresas contratistas y/o entidades privadas o públicas que participan dentro de la ejecución de las acciones y estrategias propuestas

**Tiempo de retención hidráulica:** Tiempo medio teórico que se demoran las partículas de agua en un proceso de tratamiento. Usualmente se expresa como la razón entre el caudal y el volumen útil.

## Referencias

- Corporación Autónoma Regional de Alto Magdalena (2008). Resolución No. 3105 de 2008 por la cual se reglamenta los usos y aprovechamiento de las aguas de la Quebrada Majo. 29 de diciembre del 2008. Neiva, Huila.: Corporación Autónoma Regional de Alto Magdalena.
- Corporación Autónoma Regional de Alto Magdalena (2015). Resolución No. 2211 de 2015 por la cual se otorga un permiso de vertimiento. Neiva, Huila.: Corporación Autónoma Regional de Alto Magdalena.
- Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (2019). Guía para la formulación del programa para el uso eficiente y ahorro del agua - PUEAA - sectores agrícolas y pecuarios. Neiva, Huila: Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena.  
Recuperado de: [https://www.cam.gov.co/images/PUEAA/G-CAM-002\\_GU%C3%8DA\\_PARA\\_LA\\_FORMULACI%C3%93N\\_\\_PUEAA\\_-\\_SECTORES\\_AGRICOLAS\\_Y\\_PECUARIOS\\_V1.pdf](https://www.cam.gov.co/images/PUEAA/G-CAM-002_GU%C3%8DA_PARA_LA_FORMULACI%C3%93N__PUEAA_-_SECTORES_AGRICOLAS_Y_PECUARIOS_V1.pdf)
- Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (2015). Gestión integral del Recurso Hídrico. Neiva, Huila. Recuperado de:  
[http://www.consebro.com/efacua/guias/Guia\\_BP.pdf](http://www.consebro.com/efacua/guias/Guia_BP.pdf)
- Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (2019). Resolución 1435 de 2019 por medio del cual se adopta el Plan de Ordenamiento del recurso hídrico de la quebrada Majo y sus principales tributarios que discurren por el municipio de Garzón, departamento del Huila. Neiva, Huila. Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena. Recuperado de:  
[http://sidn.ramajudicial.gov.co/SIDN/NORMATIVA/DIARIOS\\_OFICIALES/2019%20\(50824\)/DO.%2051038%20de%202019.pdf](http://sidn.ramajudicial.gov.co/SIDN/NORMATIVA/DIARIOS_OFICIALES/2019%20(50824)/DO.%2051038%20de%202019.pdf)
- IDEAM, INVEMAR. (2017). *Protocolo de monitoreo de agua*. Bogotá D.C.
- Alexander, V. (2016). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos. Recomendación para la delimitación, por parte del Ministerio de Ambiente Desarrollo Sostenible, del Complejo

de Párade Miraflores a escala 1:25.000. Bogotá D.C., Colombia.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2016). Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico (2016). Recuperado de:

<https://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article?id=1449:plantilla-gestion-integral-del-recurso-hidrico-34#documentos-de-interés>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2015). Acuicultura Escuelas de campo y de vida para jóvenes agricultores – Guía del facilitador. ISBN 978-92-5-308143-1. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/i3587s/i3587s.pdf>

Ministerio del Medio Ambiente (1993). Ley 99 de 1993 por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones. Bogotá D.C. Ministerio del Medio Ambiente.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (1997). Ley 373 de 1997 por la cual se establece el Programa para el Uso Eficiente y Ahorro del Agua. Bogotá D.C: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

Ministerio de Salud. Ministerio de Desarrollo Económico (1998). Decreto 475 de 1998 por el cual se expiden normas técnicas de calidad del agua potable. Bogotá D.C: Ministerio de Salud. Ministerio de Desarrollo Económico.

Vahos, A., Alonso, F., Contreras, P., Luisa, M., Ochoa, C., Patricia, C. (2012). Guía de diseño e implementación de proyectos ambientales escolares PRAE desde la cultura del Agua. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Colombia. Recuperado de: <https://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/cultura-del-agua/Guia-de-diseno-e-implementacion-de-PRAE-desde-la-cultura-del-agua.pdf>



Ministerio de Desarrollo Económico (2000). Resolución 1096 de 2000 Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS. Bogotá.

D.C: Ministerio de Desarrollo Económico.

INDUANALISIS- Laboratorio monitoreo consultoría equipos (2019). Aguas subterráneas y superficial. Recuperado de:

[https://www.induanalisis.com/publicacion/detalle/agua\\_subterranas\\_y\\_superficial\\_29](https://www.induanalisis.com/publicacion/detalle/agua_subterranas_y_superficial_29)

Scavo, M., Rodríguez, O., & Luque, O. (2012). Estudio de un sistema de tratamiento de aguas residuales complementario, con pasto vetiver (*vetiveria zizanioides l.*), provenientes de una planta de producción de gaseosas, en Villa de Cura, Estado Aragua”. Villa de Cura, Venezuela.

Díaz, M.Y. (2018). Tratamiento de aguas residuales domésticas con la especie vetiver (*chrysopogon zizanioides*) en humedales. tratamiento de aguas residuales domésticas con la especie vetiver (*chrysopogon zizanioides*) en humedales. Chiclayo.

Espinoza, C. E. (2014). Factibilidad del diseño de un humedal de flujo subsuperficial para el tratamiento de aguas residuales municipales de 30.000.

Rojas, J. A. (2004). Tratamiento de Aguas Residuales. Bogotá D.C.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo sostenible (2015). Resolución 631 Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones. Bogotá D.C: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Sostenible.