



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

1 de 1

Neiva, 24 de agosto 2023

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Neiva

El (Los) suscrito(s): **Angie Ximena Lopera Piamba**, con C.C. No.1083915591, y **Robinson Ruíz Córdoba**, con C.C. N° 1083899131. Autor(es) de la tesis y/o trabajo de grado o Titulado EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE LA FINCA PISCÍCOLA MANANTIALES Y DISEÑO DE UN HUMEDAL ARTIFICIAL DE FLUJO SUBSUPERFICIAL HORIZONTAL presentado y aprobado en el año 2023 como requisito para optar al título de Ingeniero Agrícola; Autorizo (amos) al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que, con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales “open access” y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.
- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.
- Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores”, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Angie X. Lopera

Firma: _____

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Robinson Ruiz C.

Firma: _____

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO:

EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE LA FINCA PISCÍCOLA MANANTIALES Y DISEÑO DE UN HUMEDAL ARTIFICIAL DE FLUJO SUBSUPERFICIAL HORIZONTAL

AUTOR O AUTORES:

Primero Y Segundo Apellido	Primero Y Segundo Nombre
Lopera Piamba	Angie Ximena
Ruíz Córdoba	Robinson

DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Mujica Rodríguez	Edinson

PARA OPTAR AL TÍTULO DE: Ingeniera Agrícola

FACULTAD: Ingeniería

PROGRAMA O POSGRADO: Ingeniería agrícola

CIUDAD: Pitalito

AÑO DE PRESENTACIÓN: 2023

NÚMERO DE PÁGINAS: 75

TIPO DE ILUSTRACIONES (Marcar con una X):

Diagramas Fotografías Grabaciones en discos Ilustraciones en general Grabados
Láminas Litografías Mapas Música impresa Planos Retratos Sin ilustraciones
Tablas o Cuadros

SOFTWARE requerido y/o especializado para la lectura del documento:

MATERIAL ANEXO:



PREMIO O DISTINCIÓN (En caso de ser LAUREADAS o Meritoria):

PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:

Español

inglés

- | | |
|------------------------------------|-------------------------------|
| 1. Impactos ambientales | Environmental impacts |
| 2. Aguas residuales piscícolas | Fish farming wastewater |
| 3. Ecoturismo | Ecotourism |
| 4. Humedal artificial | Artificial wetland |
| 5. Flujo subsuperficial horizontal | Horizontal subsurface flow |
| 6. Plan de Manejo Ambiental | Environmental management plan |

RESUMEN DEL CONTENIDO: (Máximo 250 palabras)

A nivel nacional, el ecoturismo presenta un aumento constante en Colombia tanto en su aplicación y experiencia en el manejo de áreas protegidas y en beneficio de la comunidad para usarlo como una forma de disfrutar de la naturaleza, por lo tanto, los cambios se establecen desde la visión y el comportamiento del ser humano en el entorno natural y sociológico, alcanzando lugares de posicionamiento en la economía colombiana que más genera divisas, fuentes de empleo, empresarismo y demás factores asociados a esta actividad. Sin embargo, gran parte de las actividades que conforman el desarrollo del ecoturismo no se encuentran exentas de introducir impactos ambientales sobre los ecosistemas. En este sentido, a partir de las problemáticas evidenciadas y en lineamiento con los estudios realizados durante los últimos años, esta investigación tiene como objetivo principal evaluar el impacto ambiental que genera la finca piscícola manantiales y diseñar un humedal artificial de flujo subsuperficial horizontal en el municipio de Garzón, Huila, con el fin de analizar y evidenciar los efectos que trae el ecoturismo y el sector piscícola sobre el medio ambiente de esta región. Mediante diferentes métodos tales como la identificación y evaluación de impactos ambientales se logró obtener resultados satisfactorios para la correcta evaluación del impacto ambiental. Se identificaron 9 impactos positivos y 9 impactos negativos donde el escenario (E3) con proyecto aplicando el plan de manejo ambiental es el más viable ambientalmente para la finca piscícola Manantiales. Además, se proyectó el plan de manejo ambiental con 9 proyectos que se distribuyeron en 3 programas con el fin maximizar los impactos positivos, minimizar los negativos, aprovechar las oportunidades y enfrentar las amenazas. Finalmente, se elaboró los planos y el presupuesto para el humedal artificial siendo este una medida del plan de manejo ambiental con un costo de 10'647.718,12 de pesos colombianos.



ABSTRACT: (Máximo 250 palabras)

At the national level, ecotourism presents a constant increase in Colombia both in its application and experience in the management of protected areas and for the benefit of the community to use as a way of enjoying nature, therefore, the changes are based from the vision and behavior of the human being in the natural and sociological environment, reaching positions of position in the Colombian economy that most generates foreign exchange, sources of employment, entrepreneurship and other factors associated with this activity. However, a large part of the activities that make up the development of ecotourism are not exempt from introducing environmental impacts on ecosystems. In this sense, based on the problems evidenced and in line with the studies carried out in recent years, this research has as main objective to evaluate the environmental impact generated by the Manantiales fish farm and to design an artificial wetland of horizontal subsurface flow in the municipality. de Garzón, Huila, in order to analyze and demonstrate the effects of ecotourism and the fish farming sector on the environment of this region. Through different methods such as the identification and evaluation of environmental impacts, satisfactory results will be obtained for the correct evaluation of the environmental impact. 9 positive impacts and 9 negative impacts were identified where the scenario (E3) with the project applying the environmental management plan is the most environmentally viable for the Manantiales fish farm. In addition, the environmental management plan was projected with 9 projects that were distributed in 3 programs in order to maximize the positive impacts, minimize the negative ones, take advantage of the opportunities and face the threats. Finally, the plans and budget for the artificial wetland were prepared, this being a measure of the environmental management plan with a cost of 10,647,718.12 Colombian pesos.

APROBACION DE LA TESIS

Nombre Jurado:

Jaime Izquierdo Bautista

Firma:

Nombre Jurado:

Mauricio Duarte Toro

Firma:

**EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE LA FINCA
PISCÍCOLA MANANTIALES Y DISEÑO DE UN HUMEDAL ARTIFICIAL
DE FLUJO SUBSUPERFICIAL HORIZONTAL**

Trabajo de grado presentado al departamento de Ingeniería Agrícola
como requisito para optar al título de: Ingeniero Agrícola

Autores

Angie Ximena Lopera Piamba: 20141124552

Robinson Ruíz Córdoba: 20112104089

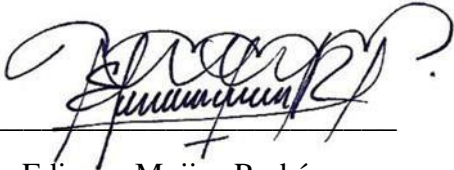
UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Facultad de Ingeniería

Programa de Ingeniería Agrícola

Sede Pitalito, Huila, Colombia. 2022

Firma



Director: Edinson Mujica Rodríguez

Nota de aceptación

APROBADO

Firma



Jurado: Jaime Izquierdo Bautista

Firma



Jurado: Mauricio Duarte Toro

EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE LA FINCA PISCÍCOLA MANANTIALES Y DISEÑO DE UN HUMEDAL ARTIFICIAL DE FLUJO SUBSUPERFICIAL HORIZONTAL

RESUMEN

A nivel nacional, el ecoturismo presenta un aumento constante en Colombia tanto en su aplicación y experiencia en el manejo de áreas protegidas y en beneficio de la comunidad para usarlo como una forma de disfrutar de la naturaleza, por lo tanto, los cambios se establecen desde la visión y el comportamiento del ser humano en el entorno natural y sociológico, alcanzando lugares de posicionamiento en la economía colombiana que más genera divisas, fuentes de empleo, empresarismo y demás factores asociados a esta actividad. Sin embargo, gran parte de las actividades que conforman el desarrollo del ecoturismo no se encuentran exentas de introducir impactos ambientales sobre los ecosistemas. En este sentido, a partir de las problemáticas evidenciadas y en lineamiento con los estudios realizados durante los últimos años, esta investigación tiene como objetivo principal evaluar el impacto ambiental que genera la finca piscícola manantiales y diseñar un humedal artificial de flujo subsuperficial horizontal en el municipio de Garzón, Huila, con el fin de analizar y evidenciar los efectos que trae el ecoturismo y el sector piscícola sobre el medio ambiente de esta región. Mediante diferentes métodos tales como la identificación y evaluación de impactos ambientales se logró obtener resultados satisfactorios para la correcta evaluación del impacto ambiental. Se identificaron 9 impactos positivos y 9 impactos negativos donde el escenario (E3) con proyecto aplicando el plan de manejo ambiental es el más viable ambientalmente para la finca piscícola Manantiales. Además, se proyectó el plan de manejo ambiental con 9 proyectos que se distribuyeron en 3 programas con el fin maximizar los impactos positivos, minimizar los negativos, aprovechar las oportunidades y enfrentar las amenazas. Finalmente, se elaboró los planos y el presupuesto para el humedal artificial siendo este una medida del plan de manejo ambiental con un costo de 10'647.718,12 de pesos colombianos.

Palabras claves: *Impactos ambientales, aguas residuales piscícola, ecoturismo, humedal artificial, flujo subsuperficial horizontal, plan manejo ambiental.*

ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT OF THE MANANTIALES FISH FARM AND DESIGN OF A HORIZONTAL SUBSURFACE FLOW ARTIFICIAL WETLAND

ABSTRACT

At the national level, ecotourism presents a constant increase in Colombia both in its application and experience in the management of protected areas and for the benefit of the community to use as a way of enjoying nature, therefore, the changes are based from the vision and behavior of the human being in the natural and sociological environment, reaching positions of position in the Colombian economy that most generates foreign exchange, sources of employment, entrepreneurship and other factors associated with this activity. However, a large part of the activities that make up the development of ecotourism are not exempt from introducing environmental impacts on ecosystems. In this sense, based on the problems evidenced and in line with the studies carried out in recent years, this research has as main objective to evaluate the environmental impact generated by the Manantiales fish farm and to design an artificial wetland of horizontal subsurface flow in the municipality. de Garzón, Huila, in order to analyze and demonstrate the effects of ecotourism and the fish farming sector on the environment of this region. Through different methods such as the identification and evaluation of environmental impacts, satisfactory results will be obtained for the correct evaluation of the environmental impact. 9 positive impacts and 9 negative impacts were identified where the scenario (E3) with the project applying the environmental management plan is the most environmentally viable for the Manantiales fish farm. In addition, the environmental management plan was projected with 9 projects that were distributed in 3 programs in order to maximize the positive impacts, minimize the negative ones, take advantage of the opportunities and face the threats. Finally, the plans and budget for the artificial wetland were prepared, this being a measure of the environmental management plan with a cost of 10,647,718.12 Colombian pesos.

Keywords: *Environmental impacts, fish farming wastewater, ecotourism, artificial wetland, horizontal subsurface flow, environmental management plan.*

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con lo expuesto por Orgaz (2015a), el turismo es uno de los principales sectores económicos a nivel mundial. En este aspecto, la demanda turística está buscando nuevas experiencias lejos de los lugares masificados, donde puedan encontrar rasgos éticos, naturales y reales a través de la autenticidad de un destino (Yeoman et al., 2007). Además, las mejoras que se están produciendo desde hace años en las comunicaciones, tanto a nivel de infraestructura como de tecnología, están aumentando las oportunidades de la demanda turística para realizar viajes (Castellanos & Orgaz, 2013), prefiriendo sobre todo realizar viajes más cortos en el tiempo, pero con una mayor frecuencia durante el año (López-Guzmán & Sánchez, 2012), con el objetivo de dar respuesta a los diferentes gustos y necesidades que tienen actualmente los turistas.

A nivel nacional, el ecoturismo presenta en Colombia un aumento constante tanto en su aplicación y experiencia en el manejo de áreas protegidas, y en el interés de la sociedad por emplearlo como vía para disfrutar de la naturaleza (MinAmbiente, 2013), por lo tanto, de acuerdo con Molina & Penagos (2015), los cambios se establecen desde la visión y el comportamiento del ser humano en el entorno natural y sociológico, alcanzando lugares de posicionamiento en la economía colombiana que más genera divisas, fuentes de empleo, empresarismo y demás factores asociados a esta actividad.

De acuerdo con Sánchez & Vanegas (2018), para el año 2017, como lo define el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP), en Colombia existían 983 áreas protegidas, que representaban el 13% del territorio colombiano. De estas áreas, existen 59 Parques Nacionales Naturales (PNN), que son administrados por la Unidad Administrativa Parques Nacionales Naturales de Colombia, y son estos, la apuesta actual del Gobierno para desarrollar el ecoturismo, pues su riqueza en biodiversidad es bien apreciada por el ecoturista. De los 59 parques, 26 contaban con vocación ecoturística y 23 estaban abiertos al público.

Sin embargo, de acuerdo con Hurtado & Ramírez (2020), gran parte de las actividades que conforman el desarrollo del ecoturismo no se encuentran exentas de introducir impactos ambientales sobre los ecosistemas (Velásquez, 2005), de igual forma, esta actividad provoca a su vez unos impactos de índole social, económico y medioambiental en el destino ecoturístico y que puede favorecer a la zona o área y a la población local, pero también perjudicar el destino si no se toman medidas concretas que alivien los impactos negativos que provoca la actividad (Orgaz, 2015b), por lo tanto, de acuerdo con Marchena *et al.* (1998), sus impactos deben abordarse como un problema de gestión ambiental. Así mismo, Uscuchagua & Yupanqui (2021) sustenta que los impactos ambientales más comunes son la compactación de suelo y la alteración en el comportamiento y reproducción de especies de fauna. Algunos estudios señalan que las consecuencias de estos impactos ambientales pueden alterar la calidad ambiental y como consecuencia la pérdida de flora y fauna, poniendo en riesgo la competitividad turística.

Teniendo en cuenta la importancia que ha tomado el subsector del ecoturismo a nivel mundial y nacional, y, las diferentes problemáticas que causa un mal manejo de las zonas destinadas para la actividad, distintos investigadores y académicos durante los últimos años han llevado a cabo diferentes investigaciones con el fin de dar solución a los impactos negativos que se han registrado, para el año 2015, se publicó la investigación titulada “*Land Suitability for Agrotourism Through Agriculture, Tourism, Beautification and Amenity (ATBA) Method*”

(Kaswanto, 2015). Los investigadores elaboraron la investigación para evaluar esta actividad a través de un método de cuatro aspectos, a saber, agricultura, turismo, embellecimiento y amenidad (ATBA). Significa que el desarrollo del paisaje debe promover una agricultura sostenible, adecuado para la actividad turística, estéticamente hermoso para el medio ambiente y cómodo para los recursos de esparcimiento, teniendo como objetivo principal diseñar un escenario óptimo de manejo de la tierra a partir de cuatro aspectos del método ATBA. Esta investigación demostró que el método ATBA tenía algunas ventajas, particularmente en la asignación de área de agroturismo para la evaluación de cuatro aspectos de agricultura (A), turismo (T), embellecimiento (B) y amenidad (A). El resultado final muestra el ATBA superficie de idoneidad cubierta en escala alta es 3.355 ha (14,5%), moderada 12.657 (54,7%), baja 5.946 (25,7%) y nula 1.180 (5,1%).

Para el mes de febrero del año 2021, se publicó el trabajo de investigación titulado “*Implementing sustainable ecotourism in Lafour region, Iran: Applying a clustering method based on SWOT análisis*” (Hosseini *et al.*, 2021), el objetivo principal de este estudio fue desarrollar metas sostenibles para el ecoturismo en la región. Para cumplir con el objetivo, primero se identificaron las Fortalezas, Debilidades, Oportunidades y Amenazas (factores FODA) a través de entrevistas con turistas, residentes locales y los expertos, observación archivada, y considerando trabajos similares en la revisión de la literatura. El punto importante del estudio es proponer un método de agrupamiento heurístico aplicable basado en el análisis FODA para clasificar las estrategias en diferentes grupos. El trabajo concluye y revela que las tres estrategias que incluyen ST6 "Alentar a los inversores y empresarios a establecer centros de ecoturismo en la región", ST5 "Establecer y mejorar las unidades de higiene y las clínicas médicas en la región", y ST3 "Mejorar y diversificar los servicios turísticos y productos para atraer turistas y aumentar su satisfacción” tienen el mayor impacto en el logro de los objetivos de desarrollo sostenible en la región.

Así mismo, para septiembre del año 2022 se publicó la investigación titulada “*Agribusiness and environmental conservation in tropical forests in the eastern Amazon*” (Pinheiro *et al.*, 2022), el objetivo de este estudio fue analizar las prácticas de agronegocios adoptadas por cooperativas y asociaciones de agricultores en el estado de Pará (Amazonia Oriental, Brasil) y la importancia que atribuyen a la conservación del medio ambiente. El estudio arrojó en particular que las asociaciones y cooperativas mostraron un acuerdo bajo considerando la importancia de cada una de las prácticas de conservación analizadas. Los resultados también sugirieron que los subsidios actuales otorgados a cooperativas y asociaciones tienen impactos no significativos en la intensidad de su adopción de prácticas de conservación ambiental, lo que implica que los incentivos monetarios son efectivos solo con cooperativas/asociaciones que tienen actitudes más débiles hacia la adopción de prácticas agrícolas sostenibles.

De igual forma, para el mismo año 2022 durante el mes de septiembre se publicó el trabajo titulado “*Community-based ecotourism as a social transformation tool for rural community: A victory or a quagmire?*” (Kunjuraman *et al.*, 2022). Este estudio fue investigación cualitativa que utilizó entrevistas en profundidad y se realizaron observaciones de campo e involucró activamente a los pioneros del desarrollo del ecoturismo y miembros de la comunidad en el estado de Sabah, Malasia. A través del análisis temático, se identificó el ecoturismo comunitario como herramientas de transformación social enfocándose en los aspectos económicos, socioculturales y ambientales. El estudio reveló que el ecoturismo

comunitario ha generado más impactos de transformación social positivos para la comunidad local que negativos.

Respecto al ámbito nacional, para el año 2020 la universidad El Bosque publicó el trabajo de investigación titulado “Evaluación de impacto ambiental del ecoturismo como herramienta para la contribución de la gestión ambiental del proceso ecoturístico en los puestos de control siecha, piedras gordas y monterredondo en el parque nacional natural Chingaza” (Hurtado & Ramírez, 2020). El trabajo tiene como objetivo realizar una evaluación de impacto ambiental (EIA), que contribuya con la gestión ambiental del ecoturismo en los puestos de control: Monterredondo, Piedras Gordas y Siecha del Parque Nacional Natural Chingaza. De los resultados obtenidos de la aplicación de la investigación, se evidenció que el proceso ecoturístico no presenta un riesgo alto para la calidad ambiental, de los recursos asociados a los puestos de control, y que es requerido implementar nuevas medidas de manejo ambiental, debido a que se evidenció una amplia gama de medidas poco eficientes. Concluyendo que, la evaluación de impacto ambiental realizada es válida como herramienta para contribuir con la gestión realizada por el PNN, puesto que permitió formular un Programa de Manejo Ambiental, donde se recomienda emplear la metodología de EIA propuesta a un periodo de cuatro años midiendo la eficacia del programa de manejo para el PNN.

Actualmente, en el municipio de Garzón (Huila), se encuentra ubicada la finca piscícola Manantiales la cual cuenta con un total de 16 estanque destinados a la producción piscícola de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) y que abastece tanto el consumo interno de la finca como a distintos sectores del municipio de Garzón; sin embargo, la finca no cuenta con un sistema de tratamientos de aguas residuales que ayude a mitigar los impactos generados hacia el medio ambiente, así mismo, las proyecciones de los propietarios de la finca se enfocan en la transición a corto y mediano plazo de una finca piscícola hacia una finca agroturística la cual genere un mayor atractivo para la comunidad tanto local como extranjera; Para el año 2021 se publicó el trabajo “Propuesta técnica y económica para el tratamiento de aguas residuales provenientes de una piscícola ubicada en el corregimiento de Patio Bonito, Cundinamarca, mediante un humedal artificial” (Perlaza & Lache, 2021) el cual tiene como objetivo establecer una propuesta técnica y económica con la tecnología de humedales artificiales para el tratamiento de aguas residuales provenientes de un cultivo piscícola ubicado en el corregimiento de Patio Bonito, en el departamento de Cundinamarca. El estudio demostró que la propuesta de un sistema de tratamiento por humedales artificiales como una planta compacta modular, son eficientes para el tratamiento de agua residual de una piscícola, siendo ambos eficaces para obtener una calidad adecuada con una eficiencia de remoción del 95% para sólidos suspendidos totales, que, de acuerdo con la caracterización realizada, es uno de los parámetros con mayor presencia en el afluente. Estos sistemas de tratamiento suponen una alternativa de baja complejidad y costo moderado a comparación de sistemas de alta tasa, disminuyendo el gasto de agua en la producción ya que esta es tratada y recirculada, contribuyendo al cuidado de fuentes hídricas, permitiendo así un desarrollo sostenible en un ambiente rural, en lo pertinente la actividad de piscicultura. Asimismo, los humedales artificiales, se destacan como un sistema simplificado, que asemeja el funcionamiento de un humedal natural, además de su versatilidad de acople a un ecosistema natural ya existente, permitiendo la biodegradación de contaminantes, como el nitrógeno y el fósforo.

En este sentido, a partir de las problemáticas evidenciadas y en lineamiento con las investigaciones realizadas tanto a nivel mundial como nacional, departamental y regional, este trabajo se cuestiona principalmente ¿Cuáles son los impactos actuales y futuros generados por la finca piscícola manantiales y su transición hacia una finca agroecoturística? Por tanto, esta investigación planteó como objetivo principal evaluar el impacto ambiental de la finca piscícola manantiales y diseñar un humedal artificial de flujo subsuperficial horizontal, con el fin de mitigar los efectos negativos y potenciar los efectos positivos generados por la finca sobre el medio ambiente de la región en especial el recurso hídrico y el parque natural páramo de Miraflores.

MATERIALES Y MÉTODOS

Zona de estudio

La finca piscícola Manantiales está ubicada en la vereda Villa Rica del municipio de Garzón, con coordenadas 2°11'15.5" N y 75°29'20.8" W, la finca se caracteriza por presentar un relieve plano con ondulaciones y la cercanía con la depresión del cauce de la quebrada La Majo, ver anexo 1. La temperatura promedio del municipio a lo largo del año, oscila entre los 22 °C y los 29 °C durante los 12 meses del año, siendo el mes de enero el más fresco de acuerdo a las diferentes alturas del territorio. Los meses más cálidos en el municipio son los meses de agosto a diciembre, siendo septiembre el mes donde se alcanzan las más altas temperaturas; cerca de 30°C (Ramírez *et al.*, 2020).

Diseño experimental

En la figura 1 se presenta la ruta investigativa seguida para efectos de este trabajo, se inició a partir de la presentación de la evaluación del impacto ambiental generado por la finca piscícola manantiales mediante diferentes procesos teóricos dictados por la literatura con el fin de obtener como resultado final la selección de un escenario idóneo en el cual el impacto ambiental sea el mínimo, un plan de manejo ambiental y los planos y presupuesto final del humedal artificial.

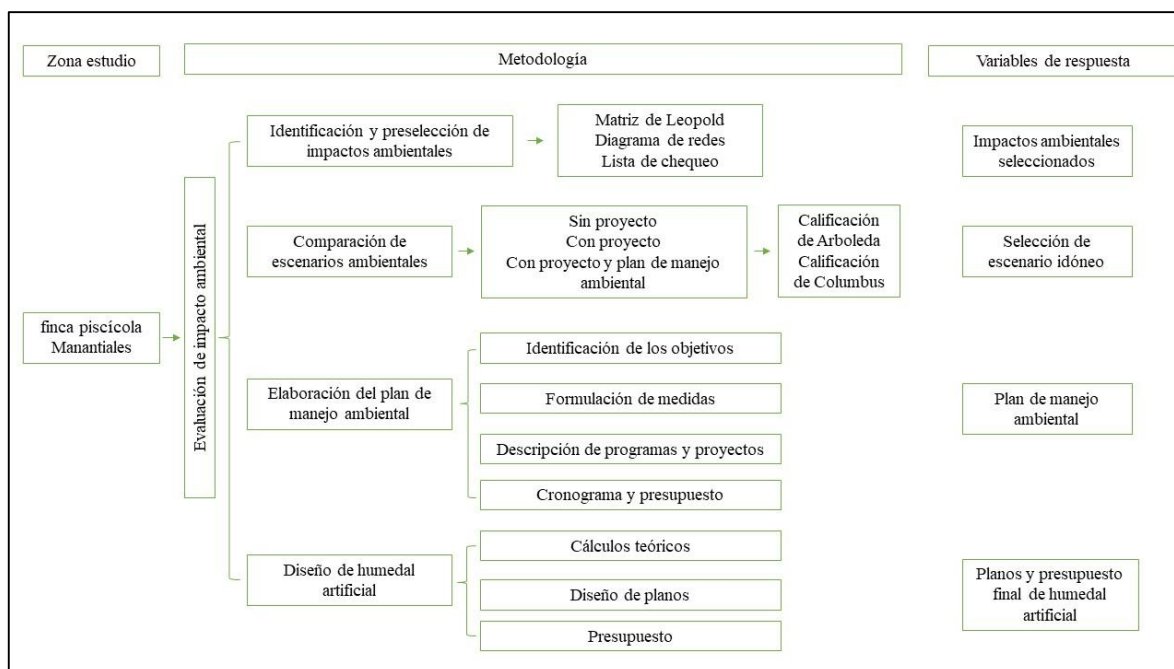


FIGURA 1. Diseño experimental

Descripción del Proyecto

Para la descripción del proyecto, se realizó el reconocimiento del predio mediante tres visitas de campo e información suministrada por parte de los habitantes de la finca a través de entrevistas no estructuradas. Se recolectó información acerca de locaciones, actividades y proyecciones de construcción y operaciones futuras del predio.

Delimitación del Área De Influencia

El término “área de influencia del proyecto” (ADI) se refiere a una superficie sobre la cual actúan en forma significativa los impactos ambientales generados para el respectivo proyecto (Olaya, 1999).

Para la delimitación del área de influencia, se adoptó la metodología propuesta por (Olaya, 1999), donde se hace uso de la ecuación 1 de área de influencia detallada como se muestra a continuación:

$$ADI_u = E \cup F \cup G \cup J \cup H \quad 1$$

Donde: ADI_u = área de influencia; E= área de la finca receptora de impactos positivos y negativos; F= área residencias habitantes, trabajadores, y profesionales que presentan sus servicios a la finca; G= área de influencia de centros de consumo y producción de región, infraestructura transporte y comercio (comunicaciones comprenden a todo el país); J= ecosistema estratégico; H= cuencas hidrográficas, las cuales son receptoras de algunos impactos; \cup = unión.

Descripción del Área De Influencia

Dentro de la descripción del área de influencia se determinaron parámetros como climatología, uso del suelo, ecosistemas estratégicos, uso del agua y población total, a partir de información bibliográfica y bases de datos de la gobernación del Huila, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) y el trabajo realizado por Alcaldía Municipal de Garzón (2018).

Identificación y Preselección de Impactos Ambientales

Para la identificación de impactos ambientales se utilizaron 3 métodos diferentes: método de matriz de Leopold, método de diagrama de redes y el método de lista de chequeo.

MATRIZ DE LEOPOLD

Es una metodología de identificación de impactos cualitativa (ver anexo 8). Básicamente se trata de una matriz de causa-efecto que presenta, en las columnas, las acciones del proyecto y, en las filas, los componentes del medio y sus características (Mijangos & López, 2013). La matriz consta de los siguientes componentes:

- Identificación de las acciones del proyecto que intervienen y de los componentes del medio ambiental afectado.
- Estimación subjetiva de la magnitud del impacto, en una escala de 1 a 5, siendo el signo (+) un impacto positivo y el signo (-) un impacto negativo, con la finalidad de reflejar la magnitud del impacto o alteración, este valor se coloca en la parte superior izquierda de la casilla.
- Evaluación subjetiva de la importancia o intensidad del impacto, en una escala de 1 a 5. Este valor se coloca en la parte inferior derecha de la casilla.

De acuerdo a lo anterior, se propuso valorar la importancia y la magnitud de la siguiente manera (tabla 1):

TABLA 1. Valoración de impactos de acuerdo a su importancia y magnitud

Magnitud	Importancia
1 = Muy baja	1 = Local
2 = Baja	2 = Veredal
3 = Media	3 = Municipal
4 = Alta	4 = Regional
5 = Muy alta	5 = Departamental/Nacional

Para la preselección de los impactos se utilizaron los siguientes criterios (tabla 2):

TABLA 2. criterios de calificación

Criterio clasificación	Grado de afectación
Con total impactos ≥ 9 y/o magnitud ≥ 4	1°
Con total impactos entre 5 y 8	2°
Con total impactos entre 1 y 4	3°

DIAGRAMA DE REDES

Son diagramas de flujo o redes útiles para determinar y mostrar la conexión o relación causa-efecto entre impactos resultantes primarios, secundarios y terciarios, ocasionados por las acciones del proyecto (Aldana, 2012). Para la elaboración del diagrama se empleó el sitio web Miro, la cual es una plataforma que permite realizar diagramas visuales. Los criterios establecidos para determinar el orden de importancia de los impactos identificados mediante el diagrama de redes se presentan en la Tabla 3.

TABLA 3. Criterios para determinar el orden de importancia de los impactos por medio del método de diagrama de redes.

Grado de generación (g)	Grado de retroalimentación (r)	Puntaje (T = g + r)	Orden de importancia del impacto
Primera generación G = 3	Fuerte (R = 3)	6	1°
	Moderado (R = 2)	5	2°
	Bajo (R = 1)	4	3°
Segunda generación G = 2	Fuerte (R = 3)	5	2°
	Moderado (R = 2)	4	3°
	Bajo (R = 1)	3	4°
Tercera generación G = 1	Fuerte (R = 3)	4	3°
	Moderado (R = 2)	3	4°
	Bajo (R = 1)	2	5°

LISTA DE CHEQUEO O LISTA DE COMPROBACIÓN

Este método comprendió la observación de las actividades que se desarrollan en la finca y se analizaron los aspectos medio ambientales afectados de manera positiva y negativa. Siguiendo la metodología de Olaya (2003), a cada impacto se le asignó una valoración

percibida por la importancia del impacto y su probabilidad por medio de la siguiente ecuación:

$$SE = We * Pre \quad 2$$

Donde: SE= Valor de significancia; We= Importancia del impacto (1-10); Pre= Probabilidad de ocurrencia del impacto (0 - 1).

Se realizó la siguiente interpretación para valorar la importancia y la probabilidad de ocurrencia del impacto:

Importancia del impacto (We)	probabilidad de ocurrencia (Pre)
1 a 4 = Baja	0,1 a 0,4 = Baja
5 a 7 = Media	0,5 a 0,7 = Media
8 a 10 = Alta	0,8 a 1,0 = Alta

Selección de Impactos y Comparación de Escenarios Ambientales del Proyecto

La selección de impactos se realizó a partir de los impactos ambientales preseleccionados en los 3 métodos anteriores. Los criterios que se tuvieron en cuenta para la selección fueron:

- Impactos preseleccionados presentes en al menos dos de los tres métodos aplicados

Luego de ser identificados los impactos ambientales generados por la finca piscícola Manantiales y las proyecciones de construcción y operaciones futuras sobre el área de influencia, se procedió con la comparación de cada impacto para determinar la importancia ambiental en tres escenarios ambientales diferentes:

- E1: sin proyecto
- E2: con proyecto
- E3: con proyecto aplicando un plan de manejo ambiental

Para esta comparación se utilizaron dos métodos:

CALIFICACIÓN AMBIENTAL DE ARBOLEDA

Este método consiste en evaluar las alternativas ambientalmente más viables, mediante la calificación de los impactos ambientales generados por la realización de cualquier obra o actividad (Arboleda, 1994).

Los impactos se evaluaron individualmente, considerando cinco factores: Clase (C), Presencia (P), Duración (D), Evolución (E) y Magnitud (M) como se presenta en la ecuación 3.

$$C_a = C(P + [(aEM) + (bD)]) \quad 3$$

Donde: C_a= Calificación ambiental; C= Clase (-1 o 1); P= Presencia (0.0 - 1.0); D= Duración (0.0 - 1.0); E= Evolución (0.0 - 1.0); M= Magnitud (0.0 - 1.0); a= Constante de ponderación de "EM"; b = Constante de ponderación de "D".

Luego, para determinar la importancia ambiental de cada impacto se estableció los siguientes rangos de medición (tabla 4):

TABLA 4. importancia ambiental.

VALOR	IMPORTANCIA	CONVENCIÓN
0.0 a 2.0	Importancia muy baja	(MB)
2.1 a 4.0	Importancia baja	(B)
4.1 a 6.0	Importancia media	(M)
6.1 a 8.0	Importancia alta	(A)
8.1 a 10.0	Importancia muy alta	(MA)

CALIFICACIÓN DE BATELLE-COLUMBUS

De acuerdo con Toro (2003), esta metodología de clasificación complementa las ideas de la matriz desarrollada por Leopold y colaboradores, al valorar los impactos mediante indicadores de estado del componente ambiental afectado y ponderar la importancia del mismo dependiendo de la función o características dentro del sistema. A través de este método se evaluaron los efectos del proyecto sobre el ambiente, por medio de unidades mensurables, dividiendo el ambiente en tres (3) categorías principales: ambiental, social y económica. Cada una de estas categorías se describe por medio de parámetros, a los cuales se les asigna un valor según su importancia, de tal modo que la suma de éstos sea igual a 1000 (Peñaloza & Gutierrez, 2009). También se determinó la calidad ambiental facilitando la interpretación de los impactos y transformando los valores de los indicadores en medidas conmensurables dentro del rango (0-1), comparándolos con proyecto, sin proyecto y proyecto aplicando un plan de manejo ambiental, para posteriormente aplicar para cada escenario y cada parámetro, la siguiente ecuación matemática utilizada por (Ortiz, 2009):

$$UIA = UIP * CA \quad 4$$

Donde: UIA=unidades del impacto ambiental; UIP= unidades de importancia del parámetro o impacto; CA= calidad ambiental.

Formulación del Plan de Manejo Ambiental

Con los impactos ambientales identificados, se establecieron los objetivos necesarios para maximizar los impactos positivos y oportunidades y minimizar los impactos negativos y amenazas, igualmente, se formuló una serie de medidas de manera individual como propuesta para la finca piscícola Manantiales a partir de lo expuesto en el decreto 1728 de 2002; con lo anterior, se buscó proponer posibles proyectos y programas los cuales fueron expuestos en el esquema básico del plan de manejo; finalmente se realizó el presupuesto y el cronograma de actividades.

Diseño de humedal artificial de flujo subsuperficial

En los últimos años la piscicultura no se había considerado como una actividad contaminante, sin embargo, los efluentes piscícolas están caracterizados por ser ricos en materia orgánica (Demanda Biológica de Oxígeno DBO₅), nutrientes (nitrógeno y fósforo) y sólidos en suspensión (SST). Ante lo mencionado se han estudiado y desarrollado diferentes alternativas

de tratamiento como son los sistemas de filtración, sedimentación, humedales, digestión anaerobia, entre otras. (Luna et al., 2016). Con el fin de minimizar la contaminación generada por los estanques piscícolas existentes en el predio, se formuló dentro del plan de manejo ambiental como medida para efectos de esta investigación la construcción de un humedal artificial; cabe resaltar que los humedales artificiales se pueden implementar en aguas con un tratamiento primario o sin ningún tratamiento (Arias et al., 2010) ya que este acoge el concepto de fitorremediación, donde a través de mecanismos tanto, biológicos, químicos como mecánicos, como señala Paulson et al. (2014) citado por (Perlaza & Lache, 2021) están en condiciones de eliminar contaminantes, mediante procesos tales como la sedimentación, la degradación microbiana, la acción de las plantas, la absorción, las reacciones químicas y la volatilización, además, los humedales artificiales de flujo subsuperficial pueden usarse como tratamiento secundario (Delgadillo et al., 2010). Debido a lo anterior se diseñó directamente el humedal artificial debido a que en el predio ya se presentaban obras de tratamiento preliminares tales como una rejilla en la bocatoma (ver anexo 3) y un desarenador (ver anexo 4).

Para el diseño del humedal artificial, se tuvieron en cuenta aspectos como el caudal del efluente diario, la calidad del efluente, el área disponible en el predio y el tipo de suelo presente en la zona donde se va a implementar, ver anexo 21.

Para efectos de este trabajo, se diseñó un humedal artificial de flujo subsuperficial horizontal a partir de la normatividad vigente dispuesta en la RAS 2000 y otros; en este tipo de humedal artificial las aguas residuales tipo ordinario a tratar circulan horizontalmente, atravesando un material granular soportando la carga biológica, sobre el que se fija la vegetación y que se dispone en un aislamiento impermeabilizado. En la zona de salida un sifón permite controlar el nivel de inundación del material granular, el cual debe mantenerse por debajo del nivel de dicho material granular, lo que impide que las aguas sean visibles.

CÁLCULO DEL CAUDAL DIARIO

Para el cálculo del caudal se utilizó un recipiente aforado de 20 litros y un cronómetro. Se realizaron 4 aforamientos de los cuales se obtuvo un caudal promedio. Para calcular el caudal volumétrico se utilizó la siguiente ecuación:

$$Q = \frac{V}{t} \quad 5$$

Donde: Q = caudal volumétrico (m³/seg); V= volumen (m3); t = tiempo (seg)

ÁREA SUPERFICIAL

Para el cálculo del área superficial (ver ecuación 9), se tuvo en cuenta la ecuación de concentración de DBO_5 (ver ecuación 6), se calculó la constante a 20°C (K_{20}) con la ecuación 7 propuesta por (Romero, 2002) y la constante de remoción (Kt) mediante la ecuación 8 propuesta por (Larriva & González, 2017). De acuerdo con el Título E del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS, 2000), se sugiere utilizar la ecuación 9 para el cálculo del área superficial.

$$\frac{C_o}{C_e} = \frac{1}{1 - E/100} \quad 6$$

Donde: C_o = Concentración afluente DBO5 (mg/L); C_e = Concentración efluente DBO5 (mg/L); E = Eficiencia de remoción para el cual se adopta un porcentaje de remoción del 80% (Balda Ayala, 2007 citado por Perlaza & Lache, 2021)

$$K_{20} = K_o(37.31)e^{4.172} \quad 7$$

Donde: K_{20} = Constante a 20°C; K_o = 1.839 d-1 para aguas residuales municipales; e = porosidad total del medio, fracción decimal.

$$K_t = K_{20}(1,06)^{T-20^\circ C} \quad 8$$

Donde: K_t = constante de remoción (días^-1); K_{20} = Constante a 20°C (días^-1); T = Temperatura del ambiente (°C)

$$A_s = \frac{Q * \ln(\frac{C_o}{C_e})}{K_t * y * n} \quad 9$$

Donde: A_s = área superficial del humedal artificial (m²); Q = caudal (m³/día); $\frac{C_o}{C_e}$ = concentración de DBO5; K_t = constante de remoción (días-1); y = altura de la lámina del agua (m) asumiendo un valor de 0,55 (Romero, 2002); n = porosidad (adimensional) tomando una valor de 0,38 (Romero, 2002).

Con el valor del área superficial (A_s) obtenido, se ajustó una relación largo-ancho de 3:1 con el fin de mitigar el riesgo de zonas muertas (zonas donde el agua queda estancadas) que reducen el tiempo de retención hidráulico (USEPA, 2000). Con lo anterior se calculó el ancho del humedal por medio de la ecuación 10 y largo del humedal mediante la ecuación 11. (ver ecuación 12).

$$W = \sqrt{\frac{A_s}{R_A}} \quad 10$$

Donde: W = ancho del humedal (m); A_s = área superficial (m²); R_A = proporción longitud ancho 3:1

$$L = W * 3 \quad 11$$

Donde: L = Largo del humedal (m); W = Ancho real (m)

$$A_t = W * y \quad 12$$

Donde: A_t = Área transversal (m²); W = Ancho del humedal (m); y = Altura de la lámina del agua (m)

VOLUMEN DEL SUSTRATO

Para obtener este valor, se calcularon dos volúmenes (V_t y V_z), uno ubicado longitudinalmente en la sección “a” con un valor de 0.5 m de longitud del humedal alrededor de la tubería de distribución y la tubería de recolección respectivamente, donde se utilizó

material granular de 100 mm (ver ecuación 13), y el otro volumen (ver ecuación 14), en la sección “b” donde ocurre la zona de tratamiento donde se utiliza gravilla de 20 mm (ver anexo 9 y 10). Además, al valor obtenido se le adicionó un 10% de rango de error, como factor de seguridad de pérdidas de material.

$$V_t = \left\{ \left[(L_e * h_s) + \left(\frac{L_e * y_1}{2} \right) \right] * W \right\} + \left\{ \left[(L_s * (h_s + y_2)) + \left(\frac{L_s * (y_3 - y_2)}{2} \right) \right] * W \right\} \quad 13$$

Dónde: V_t = volumen del sustrato de 100 mm (m^3); L_e = longitud del sustrato que cubre la tubería de distribución del afluente del humedal (m); L_s = longitud del sustrato que cubre la tubería de recolección del efluente del humedal (m); h_s = altura del sustrato (m); y_1 = altura de la sección 1 por la pendiente de fondo (m); y_2 = altura de la sección 2 por la pendiente de fondo (m); y_3 = altura de la sección 3 por la pendiente de fondo (m); W = ancho del humedal (m)

$$V_z = \left\{ \left[(L_p * (h_s + y_1)) + \left(\frac{L_p * (y_2 - y_1)}{2} \right) \right] * W \right\} \quad 14$$

Donde: V_z = volumen del sustrato de 20 mm (m^3); L_p = longitud del sustrato donde ocurre la zona de tratamiento (m); h_s = altura del sustrato (m); y_1 = altura de la sección 1 por la pendiente de fondo (m); y_2 = altura de la sección 2 por la pendiente de fondo (m); W = ancho del humedal (m)

ÁREA SUPERFICIAL DE TRASPLANTE DE PLANTAS ORNAMENTALES

Para el cálculo del área superficial donde se ubican las plantas ornamentales (ver ecuación 14), se tuvo en cuenta el ancho del humedal y la longitud donde ocurre la zona de tratamiento. Con el valor calculado, se determina el número de plantas ornamentales necesarias para cubrir la zona, siguiendo la recomendación de la EPA (2000), de sembrar 4 plantas por cada m^2 , ver ecuación 15.

$$A_p = L_p * W \quad 14$$

Donde: A_p = Área superficial de trasplante de plantas ornamentales (m^2); L_p = Longitud de zona de tratamiento (m); W = Ancho del humedal (m)

$$N_p = A_p * 4 \text{ plantas} / m^2 \quad 15$$

Donde: N_p = Número de plantas ornamentales; A_p = Área superficial de trasplante de plantas ornamentales (m^2)

ÁREA MATERIAL IMPERMEABLE

Para el cálculo del área ocupado por el material impermeable (ver ecuación 16), se deben sumar las áreas de cada una de las caras del humedal (ver anexo 11): dos caras laterales (ver ecuación 17), la cara de entrada (ver ecuación 18) y la cara de salida (ver ecuación 19), luego se procede a adicionar el área de la base del humedal (ver ecuación 20). De igual forma, la zona de anclaje consiste en una zanja perimetral para el anclaje del material con dimensiones de 0,30 m simétricas, ver ecuación 21.

$$A_g = A_a + A_e + 2A_l + A_b + A_z \quad 16$$

Donde: A_g = Área del material impermeable; A_a = Área de la cara de entrada (m^2); A_e = Área de la cara de salida (m^2); A_l = Área de las caras laterales (m^2); A_b = Área de la base (m^2); A_z = Área de la zona de anclaje (m^2)

$$A_a = (P_h * W) \quad 17$$

Donde: A_a = Área de la cara de entrada (m^2); P_h = Profundidad total del humedal (m); W = Ancho del humedal (m)

$$A_l = (P_h * L) + \left(\frac{L * y_3}{2} \right) \quad 18$$

Donde: A_l = Área de las caras laterales (m^2); P_h = Profundidad total del humedal (m); y_3 = Altura de la sección 3 por la pendiente de fondo (m); L = Largo del humedal (m)

$$A_e = ((P_h + y_3) * W) \quad 19$$

Donde: A_e = Área de la cara de salida (m^2); P_h = Profundidad total del humedal (m); y_3 = Altura de la sección 3 por la pendiente de fondo (m); W = Ancho del humedal (m)

$$A_b = L_f * W \quad 20$$

Donde: A_b = Área de la base (m^2); L_f = Largo de fondo del humedal (m); W = Ancho del humedal (m)

$$A_z = 2 \left[\left(\frac{W_z - W}{2} \right) * h_g \right] + 2 \left[\left(\frac{L_z - L}{2} \right) * h_g \right] \quad 21$$

Donde: A_z = Área de la zona de anclaje (m^2); L = Largo del humedal (m); L_z = Largo de la zona de anclaje (m); W = Ancho del humedal (m); h_g = Distancia entre el ancho del humedal y el ancho de la zona de anclaje (m); W_z = Ancho de la zona de anclaje (m)

TIEMPO DE RETENCIÓN HIDRÁULICO

El tiempo de retención hidráulico es el tiempo que el agua permanece en el humedal. Para el cálculo se utilizó la ecuación 22.

$$THR = \frac{(L * W) * n * y}{Q} \quad 22$$

Donde: Q = Caudal ($m^3/día$); y = Altura de la lámina del agua (m); n = Porosidad (adimensional); W = Ancho del humedal (m); L = Largo del humedal (m)

RED DE TUBERÍAS

De acuerdo con la Asociación Salvadoreña Ingenieros y Arquitectos (ASIA) (2015) la tubería de distribución del afluente del humedal es de PVC de 75 mm con perforado mínimo de 5 mm a cada 0.05 m. Para calcular la cantidad de perforaciones se dividió entre el área del tubo de PVC y el área del perforado para este caso de 5mm (ecuación 23).. También se tuvo en

cuenta la altura de los orificios, los cuales deben permitir la correcta distribución del afluente en el área del humedal, evitando que el agua quede estancada dentro de la tubería transversal. Estos deben estar ubicados a $\frac{3}{4}$ de altura de la tubería de arriba hacia abajo (Tapia, 2019) y para la recolección del efluente del humedal se ubicaron a $\frac{3}{4}$ de altura de la tubería de abajo hacia arriba, ver ecuación 24.

Para la instalación de las tuberías se utilizaron 5.9 m de longitud de PVC de 75 mm debido a que se dejó un espacio de 5 cm por cada lado entre la tubería y el humedal.

Número de orificios

$$N_{orificios} = \frac{L}{l} \quad 23$$

Donde: $N_{orificios}$ = Número de orificios; L = Largo del humedal (m); l = Distancia entre orificios (m)

Altura de los orificios en la tubería

$$h_o = \frac{3}{4} * \phi \quad 24$$

Donde: h_o = Altura de los orificios en la tubería (m); ϕ = Diámetro de la tubería (m)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Descripción de la finca

LOCACIONES

La finca piscícola Manantiales cuenta con dos casas, una de ellas es la casa principal la cual está hecha de roble donde habitan los dueños y la otra casa es la vivienda del mayordomo la cual está hecha de material drywall, ver anexo 2. Los residuos generados en las viviendas son acumulados y se van arrojando en un sitio cercano sin involucrarlos en ningún tipo de procesamiento adecuado, para posteriormente ser incinerados; los residuos de los sanitarios son dirigidos a un pozo séptico cercano a ambas casas.

La quebrada Majo es la fuente hídrica de la cual se abastece la finca por medio de una bocatoma lateral la cual está ubicada a 60 metros del desarenador, con medidas de 0.6 metros de largo por 0,4 metro de ancho, ver anexo 3. La red de distribución del recurso hídrico tiene una extensión de 60 metros mediante tubería de polietileno de 6 pulgadas (ver anexo 4), la cual va desde la bocatoma hasta el desarenador el cual está ubicado antes de los estakes con el fin de retener la arena contenida en el agua para cumplir con los requisitos del cultivo de trucha, el desarenador tiene dimensiones de 2 m de largo, 1 m de ancho y 0,8 m de profundidad.

La finca cuenta con una casa de incubación, en esta estructura se encuentran las ovas embrionadas y los alevines donde se hace control de su desarrollo, además de servir como almacén de concentrado para los peces, ver anexo 5. De igual forma, se encuentran tres estanques de levante en donde están ubicados los alevinos de cuatro semanas de nacidas los cuales luego son trasladados a los estanques de producción cuando alcanzan su edad productiva; se hallan 13 estanques de producción de los cuales 10 estanques están destinados para la venta y comercialización y en los tres estanques restantes se encuentran los peces que están destinados para el consumo de los residentes de la finca, ver anexo 6. Por último, se encuentra una planta de beneficio donde se lleva el pescado para realizar la respectiva limpieza, eviscerado y empaque. Esta estructura cuenta con agua potable proveniente del servicio de acueducto del distrito de riego, dentro de esta instalación se realiza la limpieza del producto y almacenamiento del mismo por medio de neveras.

ACTIVIDADES

Para la actividad de limpieza de los estanques, al final de cada uno se encuentra ubicada una malla la cual divide la estructura en dos secciones, una sección es destinada para la ubicación de los peces y la otra sección está destinada para la acumulación de los residuos generados por el estanque; en la sección de residuos se encuentra un tubo de 1.5 m de longitud que al ser retirado el agua fluye por este orificio el cual desemboca en un charco ubicado 15 metros abajo y con ayuda de una escoba se limpia el fondo del estanque para retirar los residuos. Esta actividad se realiza una vez al día todos los días en todos los estanques tanto de levante como de producción.

Para las actividades de limpieza, eviscerado y empaquetado del pescado, una vez llega el producto a la planta de beneficio (ver anexo 7), se comienza la limpieza con el descamado de los pescados para luego proceder a extraer las vísceras del pescado, finalmente, se procede a pesarlos para llevarlos al proceso de empaquetado y transporte, el cual se realiza desde la finca

hasta la cabecera del municipio de Garzón mediante transporte en un vehículo propiedad de la finca.

Finalmente, el proceso de venta y distribución se lleva a cabo en el municipio de Garzón, en donde el producto se distribuye en la central de abasto y supermercados.

Cabe resaltar que la finca además de producir pescado, produce en menor escala productos avícolas como gallinas destinadas a la producción de carne y productos agrícolas como plátano y naranja, los cuales son para beneficio exclusivo de los habitantes del predio.

PROYECCIONES DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIONES FUTURAS

Este proyecto se divide en tres etapas: construcción, operación y otras actividades. En la etapa de construcción y operación se llevará a cabo la construcción de las vías de acceso a la finca, 2 cabañas con baño incluido con capacidad para 4 personas en cada una de ellas, una zona de camping con capacidad de albergar 10 personas, 2 fogones ecológicos y de la adecuación de parte de la casa principal para ofrecer el servicio de restaurante; en la segunda etapa correspondiente a otras actividades, se ofertará como actividad principal el ecoturismo por medio del uso de los senderos ecológicos. Por otro lado, la otra actividad es el mantenimiento de las locaciones.

Delimitación del Área de Influencia

La finca Manantiales se estableció con una extensión aproximada de 2 ha. El predio se caracteriza por tener un relieve plano con prominentes ondulaciones y la depresión del cauce de la quebrada, su altura es de aproximadamente de 1796 msnm (figura 2).

El área E de la finca Manantiales, corresponde a las zonas de los estanques, planta de incubación, planta de beneficio y viviendas.

El área F de la finca Manantiales, corresponde mayoritariamente a la vereda Villarrica en donde residen los trabajadores y habitantes del predio y en menor grado en la cabecera municipal de Garzón donde residen los profesionales que contribuyeron al desarrollo del predio.

El área G de la finca Manantiales, corresponde a la cabecera municipal de Garzón donde se lleva a cabo la distribución y comercialización de la trucha producida.

El área J de la finca Manantiales, corresponde al ecosistema estratégico del Parque Natural Regional Cerro Páramo de Miraflores donde se llevarán a cabo labores de ecoturismo.

El área H de la finca Manantiales, corresponde a la microcuenca de la quebrada la Majo, los drenajes naturales y los pertenecientes al predio los cuales fluyen sobre el recurso hídrico de la quebrada, ver anexo 22.

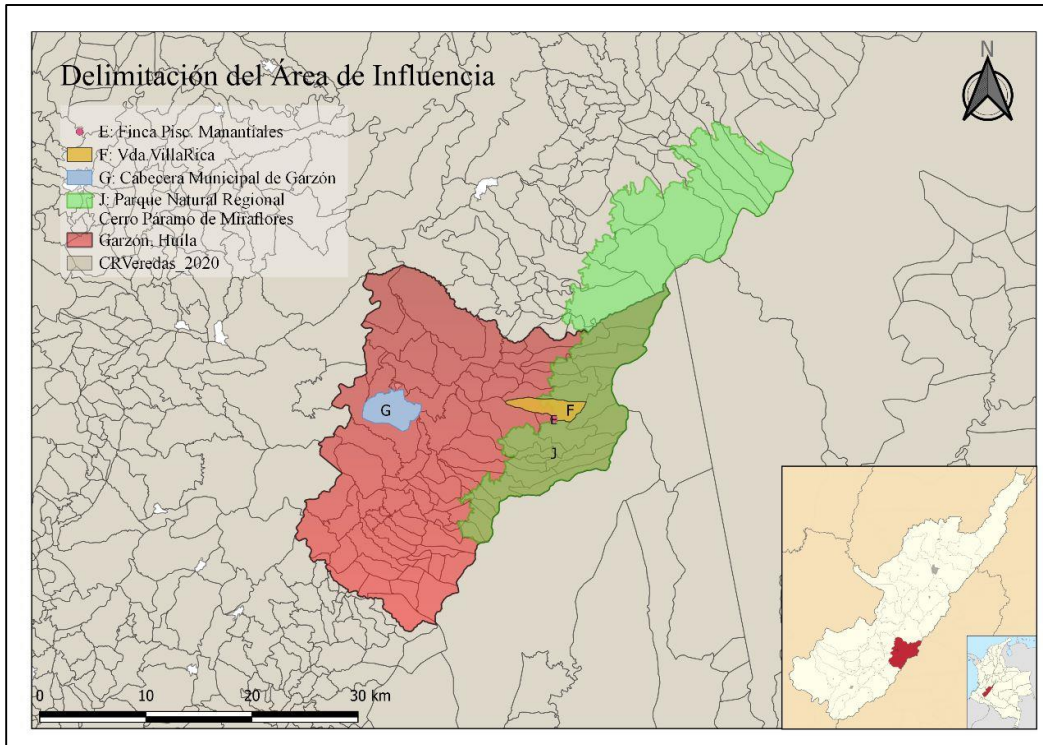


FIGURA 2. Delimitación de las áreas de influencia de la finca piscícola Manantiales E, F, G Y J

Descripción del Área de Influencia

CLIMATOLOGÍA

Para el análisis y posterior determinación de la climatología del Municipio de Garzón, se tuvo en cuenta información descargada por medio del IDEAM (estación meteorológica: Zuluaga) a partir del año 2010 hasta el año 2019 en cuanto a precipitación y temperatura media del aire a nivel mensual para ambos casos. Se pudo observar que el municipio presentó medias de precipitación mensual de entre 48.78 mm y 147.58 mm (ver anexo 12) y medias de temperatura media del aire de entre 19.85°C y 21.28°C (ver anexo 13). Según la clasificación climatológica de Holdridge, el clima más predominante es el Clima Cálido Seco con el 28,85% del área, que se halla en altitudes menores a los 1000 msnm, con una temperatura media de 25 a 28 °C. Por otra parte, el 29,67% del área municipal presenta Clima Frío y muy Húmedo con una temperatura de 12°C a 18°C, en altitudes de 2000 a 3000 msnm; un 22,68% posee Clima Medio y Húmedo entre los 1000 a 2000 msnm, con temperatura promedio de 18 a 24 °C; el 17,45% del territorio presenta un Clima Medio y Húmedo en transición a medio seco sobre los 1000 a 2000 msnm, con temperaturas entre los 18 y 24°C; por último el clima medio muy húmedo con temperatura media de 18°C a 24°C, se halla en el 1,35% del territorio municipal.

USO DEL SUELO

Basados en el trabajo estudio de impacto ambiental para el proyecto minidistrito de riego Asomiraflores en el municipio de Garzón-Huila (Ramirez & Palacios, 2004), el lugar donde se encuentra la finca está en la zona intermedia de la cuenca Majo. Esta zona presenta el 80% de los cultivos que sostienen la corriente de Majo, además se ubica en este sector el 95% de

la zona piscícola de toda la cuenca, este factor es importante de destacar por los problemas de contaminación que argumentan los moradores. Los principales cultivos establecidos en esta zona son: café, plátano, maíz, caña, yuca, frutales y pastos.

ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS

Cerro páramo de Miraflores

Ubicado en el departamento del Huila entre los municipios de Garzón, Gigante y Algeciras, y en el departamento del Caquetá en los municipios de Florencia, Paujil, Doncello, y Puerto Rico; con un área aproximada de 200 Km² (aprox. 20.000 Has) de bosque andino virgen o medianamente intervenidos. Este Cerro está ubicado desde la altura de 2000 m.s.n.m. e involucra área de las veredas: La Alejandría, Alto Fátima, El Batán, El Cedral, El Líbano, El Mesón, El vergel, La cañada, la Esmeralda, La Florida, Las Mercedes, Las Palmitas, Los Alpes, Los pinos, Los sauces, Providencia, San José, San Miguel, Santa Martha, Sector Filo Rico, Villa florida, Villarrica; Es el hábitat de especies animales como el Oso Andino, el Venado del Páramo, el Tigre Mariposa, el Tigrillo, el Puma, el Ocelote, la Boruga, Pavas, Gallito de Roca, Águilas, Colibríes, Anfibios, e insectos. En cuanto a la flora, habitan en estos ecosistemas especies como el Pino Colombiano, Cedro Negro, Roble, Palmas, Orquídeas, Frailejón, y otras plantas aún sin clasificar.

USOS DEL AGUA

En cuanto a requerimientos del agua, el máximo consumo se presenta en el uso para los acueductos tanto de la cabecera municipal como del sector rural, y en menor cantidad el uso del agua para labores agropecuarias principalmente ganaderas, piscicultura y cultivos de arroz.

PISCICULTURA: La Industria piscícola es la que más avance ha tenido con relación a las demás actividades agropecuarias, dándose con la situación geográfica privilegiada de Garzón especies de clima cálido como la mojarra, la carpa hasta especies como la trucha que son de climas con más de 2.500 metros de altura; tratándose 459079 m² en 51 veredas y en la zona suburbana del municipio.

POBLACIÓN TOTAL

Según datos proyectados por el DANE, la población total de Garzón estimada para el año 2018 es de 94.219 habitantes, de los cuales 49310 son hombres (el 52,4 %) y 44909 son mujeres (el 47.66%). Comparando la población estimada para el año 2005 (69.823 habitantes) el municipio tuvo un incremento del 34,94 % en su población total para el año 2018. La población total estimada del municipio para el año 2018 representa el 7,87 % de la población total del departamento del Huila (1.197.081 habitantes).

Identificación y Ponderación de Impactos Ambientales

MATRIZ DE LEOPOLD

En la tabla 5, se presentan los resultados obtenidos a partir del desarrollo de la matriz de Leopold, en la tabla se clasifican las obras, los factores ambientales e impactos positivos y negativos identificados y preseleccionados según el grado de afectación (1°, 2° o 3°) de los mismos. En total se identificaron 34 impactos (ver anexo 14), pudiendo identificar 14

impactos positivos de los cuales se encontraron 4 impactos de primer grado de afectación, 5 impactos de segundo grado de afectación y 5 impactos de tercer grado de afectación, así mismo se identificaron 20 impactos negativos de los cuales se encontraron 6 impactos de primer grado de afectación, 7 impactos de segundo grado de afectación y 7 impactos de tercer grado de afectación. Para este método se preseleccionaron los impactos de primer y segundo grado de afectación obteniendo un total de 22 impactos de los cuales 9 impactos son positivos (generación de empleo, incremento de ingresos económicos, mejoramiento de la infraestructura vial, valorización de predios, mejoramiento del paisaje desde el punto de vista estético, incremento de la integración y recreación, incremento de la conciencia ambiental, incremento de zonas protectoras y forestales, incremento de la conservación de los ecosistemas estratégicos) y 13 impactos son negativos (disminución de la cobertura vegetal, incremento de la compactación del suelo, generación de ruido, agotamiento de recursos naturales, migración de fauna silvestre, disminución de la tasa de reproducción de las especies de fauna, contaminación por residuos sólidos, cambio en la geoforma del terreno, contaminación atmosférica, contaminación de fuentes hídricas superficiales, disminución de la tasa de reproducción de las especies de flora, incremento de material particulado e incremento de la temperatura local).

TABLA 5. Clasificación de procesos, características y condiciones del área de estudio e impactos según su grado de afectación en la matriz de Leopold.

OBRAS, FACTORES AMBIENTALES E IMPACTOS	GRADO DE AFECTACIÓN		
	Primer Grado	Segundo Grado	Tercer Grado
Acciones o procesos	Vías de acceso, Cabañas, Restaurante	Cultivos de pancoger, Transporte de materiales, Desbroce, Zona de camping, Baños y duchas, Fogones ecológicos, Senderos ecológicos, Reforestación, Ecoturismo, Mantenimiento de locaciones	Bocatoma, Estanque, Planta de beneficio, Transporte, Comercialización, Avicultura, Planificación Turismo de naturaleza, Instalación eléctrica
Recursos, características y factores ambientales del área de influencia	Suelo, Agua superficial, Ruido, Fauna terrestre, Vereda Villa Rica, Municipio de Garzón	Forma del terreno, Materiales de construcción, Aire, Arbusto, Paisaje, PNR Miraflores	Agua Subsuperficial, Bosque, Fauna Acuática, Pecuaria, Agrícola
Impactos Ambientales Positivos	<ul style="list-style-type: none"> • Generación de empleo • Incremento de ingresos económicos • Mejoramiento de la infraestructura vial • Valorización de predios 	<ul style="list-style-type: none"> • Mejoramiento del paisaje desde el punto de vista estético • Incremento de la integración y recreación • Incremento de la conciencia ambiental • Incremento de zonas protectoras y forestales • Incremento de la conservación de los ecosistemas estratégicos 	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento de la frontera pecuaria • Incremento de la frontera agrícola • Fortalecimiento gremial • Reconocimiento del producto en el mercado • Seguridad alimentaria

OBRAS, FACTORES AMBIENTALES E IMPACTOS	GRADO DE AFECTACIÓN		
	Primer Grado	Segundo Grado	Tercer Grado
Negativos	<ul style="list-style-type: none"> Disminución de la cobertura vegetal Generación de ruido Agotamiento de recursos naturales Migración de fauna silvestre Disminución de la tasa de reproducción de las especies de fauna Cambio en el uso del suelo 	<ul style="list-style-type: none"> Cambio en la geoforma del terreno Incremento de la compactación del suelo Contaminación atmosférica Contaminación de fuentes hídricas superficiales Disminución de la tasa de reproducción de las especies de flora Incremento de material particulado Incremento de la temperatura local 	<ul style="list-style-type: none"> Disminución del caudal de la quebrada Contaminación de fuentes hídricas subsuperficial Disminución de la oferta hídrica para consumo humano Alteración de hábitats Generación de malos olores Deterioro de la infraestructura vial Generación de conflictos por el uso del agua

DIAGRAMA DE REDES

Dentro de los resultados obtenidos (ver anexo 15), se identificaron 14 impactos positivos los cuales están distribuidos de la siguiente manera: 6 impactos de primera generación, 5 impactos de segunda y 3 impactos de tercera generación y 20 impactos negativos distribuidos en 8 impactos de primera generación, 7 impactos de segunda generación y 5 impactos de tercera generación. En la tabla 6, se evidencian los impactos ambientales positivos y negativos preseleccionados. Para una mejor visualización del diagrama, se puede ingresar con el siguiente enlace: https://miro.com/app/board/uXjVPBqtNk=?share_link_id=729314897768)

TABLA 6. Impactos preseleccionados según el método de redes.

	IMPACTOS	g r T	Orden de importancia	Impacto preseleccionado
Impactos positivos	1 Generación de empleo	3 3 6	1°	*
	2 Incremento de ingresos económicos	2 3 5	2°	*
	3 Mejoramiento de la infraestructura vial	3 3 6	1°	*
	4 Valorización de predios	2 2 4	3°	*
	5 Mejoramiento del paisaje desde el punto de vista estético	3 3 6	1°	*
	6 Incremento de la integración y recreación	3 2 5	2°	*
	7 Incremento de la conciencia ambiental	3 3 6	1°	*
	8 Incremento de zonas protectoras y forestales	3 1 4	3°	*
	9 Incremento de la frontera pecuaria	2 1 3	4°	
	10 Incremento de la frontera agrícola	2 1 3	4°	

	IMPACTOS	g r T	Orden de importancia	Impacto preseleccionado
11	Fortalecimiento gremial	1 3 4	3°	*
12	Reconocimiento del producto en el mercado	1 2 3	4°	
13	Seguridad alimentaria	1 3 4	3°	*
14	Disminución de la cobertura vegetal	3 2 5	2°	*
15	Incremento de la compactación del suelo	2 1 3	4°	
16	Generación de ruido	3 1 4	3°	*
17	Agotamiento de recursos naturales	3 2 5	2°	*
18	Migración de fauna silvestre	2 3 5	2°	*
19	Disminución de la tasa de reproducción de las especies de fauna	1 2 3	4°	
20	Cambio en el uso del suelo	3 2 5	2°	*
21	Cambio en la geoforma del terreno	3 1 4	3°	*
22	Contaminación atmosférica	3 1 4	3°	*
23	Contaminación de fuentes hídricas superficiales	3 2 5	2°	*
24	Disminución de la tasa de reproducción de las especies de flora	1 1 2	5°	
25	Incremento de material particulado	1 2 3	4°	
26	Incremento de la temperatura local	2 1 3	4°	
27	Disminución del caudal de la quebrada	3 1 4	3°	*
28	Contaminación de fuentes hídricas subsuperficial	2 1 3	4°	
29	Disminución de la oferta hídrica para consumo humano	2 1 3	4°	
30	Alteración de hábitats	1 2 3	4°	
31	Generación de malos olores	2 1 3	4°	
32	Deterioro de la infraestructura vial	2 1 3	4°	
33	Generación de conflictos por el uso del agua	1 1 2	5°	

Impactos negativos

Los impactos preseleccionados que cumplieron con el criterio establecido, fueron aquellos que se posicionaron en un orden de importancia igual o menor a 3, de los cuales se obtuvieron 19 impactos preseleccionados en total: 10 impactos positivos y 9 impactos negativos. Dentro de los impactos positivos preseleccionados se presenta: generación de empleo, incremento

de ingresos económicos, mejoramiento de la infraestructura vial, valorización de predios, mejoramiento del paisaje desde el punto de vista estético, incremento de la integración y recreación, incremento de la conciencia ambiental, incremento de zonas protectoras y forestales, fortalecimiento gremial y seguridad alimentaria; dentro de los impactos negativos preseleccionados se encuentra: disminución de la cobertura vegetal, generación de ruido, agotamiento de recursos naturales, migración de fauna silvestre, cambio en el uso del suelo, cambio en la geoforma del terreno, contaminación atmosférica, contaminación de fuentes hídricas superficiales y disminución del caudal de la quebrada.

LISTA DE CHEQUEO

Los impactos que se preseleccionaron son aquellos donde su valor de significancia fue mayor o igual a 5, ver tabla 7. Como resultado se preseleccionaron 18 impactos de los cuales 12 son positivos y 6 son negativos. Dentro de los impactos positivos se identifica: seguridad alimentaria, fortalecimiento gremial, reconocimiento del producto en el mercado, incremento del comercio en la región, incremento de la conservación de los ecosistemas estratégicos, mejoramiento de la infraestructura vial, mejoramiento del paisaje desde el punto de vista estético, generación de empleo, incremento de ingresos económicos, incremento de la integración y recreación, incremento de la conciencia ambiental y valorización de predios; de igual forma, dentro de los impactos negativos se identifica: contaminación de fuentes hídricas superficiales, disminución de la cobertura vegetal, incremento de material particulado, alteración de hábitats, cambio en el uso del suelo y disminución de la tasa de reproducción de las especies de fauna.

TABLA 7. Impactos positivos y negativos preseleccionados por el método de lista de chequeo.

No	IMPACTOS	+ / -	We	Pre	SE	Impacto preseleccionado
1	Incremento de la frontera pecuaria	+	4	0,7	2,8	
2	Seguridad alimentaria	+	7	0,9	6,3	*
3	Contaminación de fuentes hídricas superficiales	-	8	0,8	6,4	*
4	Contaminación de fuentes hídricas subsuperficiales	-	6	0,6	3,6	
5	Disminución de tasa de reproducción de las especies de flora	-	7	0,2	1,4	
6	Fortalecimiento gremial	+	8	0,8	6,4	*
7	Reconocimiento del producto en el mercado	+	7	0,8	5,6	*
8	Agotamiento de los recursos naturales	-	8	0,7	5,6	*
9	Disminución del caudal de fuentes hídricas superficiales	-	5	0,7	3,5	
10	Disminución de la oferta hídrica para consumo humano	-	6	0,6	3,6	
11	Incremento de la frontera agrícola	+	2	0,7	1,4	
12	Incremento del comercio en la región	+	8	0,7	5,6	*
13	Generación de ruido	-	4	0,6	2,4	

No	IMPACTOS	+ / -	We	Pre	SE	Impacto preseleccionado
14	Incremento de la conservación de los ecosistemas estratégicos	+	8	0,9	7,2	*
15	Cambio en la geoforma del terreno	-	3	0,4	1,2	
16	Disminución de la cobertura vegetal	-	7	0,8	5,6	*
17	Incremento de la compactación del suelo	-	7	0,6	4,2	
18	Mejoramiento de la infraestructura vial	+	8	0,9	7,2	*
19	Contaminación atmosférica	-	5	0,6	3	
20	Incremento de material particulado	-	7	0,8	5,6	*
21	Alteración de habitats	-	8	0,7	5,6	*
22	Cambio en el uso del suelo	-	7	0,8	5,6	*
23	Mejoramiento del paisaje desde el punto de vista estético	+	9	1	9	*
24	Disminución de la tasa de reproducción de las especies de fauna	-	6	0,7	4,2	
25	Incremento de zonas protectoras y forestales	-	6	0,5	3	
26	Generación de empleo	+	9	0,9	8,1	*
27	Incremento de ingresos económicos	+	8	0,9	7,2	*
28	Migración de fauna silvestre	-	5	0,6	3	
29	Deterioro de la infraestructura vial	-	4	0,6	2,4	
30	Generación de malos olores	-	2	0,3	0,6	
31	Incremento de la integración y recreación	+	9	0,8	7,2	*
32	Generación de conflictos por el uso del agua	-	6	0,3	1,8	
33	Incremento de la conciencia ambiental	+	10	0,9	9	*
34	Valorización de predios	+	8	0,7	5,6	*
35	Incremento de la temperatura local	-	5	0,5	2,5	

Selección de Impactos y Comparación Escenarios Ambientales del Proyecto

Los impactos se seleccionaron de acuerdo con los criterios establecidos en la metodología, en donde los impactos preseleccionados deben estar presentes en al menos dos de los tres métodos aplicados (matriz de Leopold, diagrama de redes y lista de chequeo).

En la tabla 8 y en la tabla 9 se presentan los impactos positivos y negativos respectivamente, preseleccionados en los 3 métodos utilizados, a cada uno de los impactos se les dio un código con el fin de identificarlos de manera sencilla.

TABLA 8. Cuadro resumen de los impactos positivos preseleccionados en los tres métodos de identificación de impactos para la finca piscícola Manantiales.

IMPACTOS IDENTIFICADOS		Matriz de Leopold (Grado afectación)	Diagrama de redes (Orden de importancia)	Lista de chequeo (Valor significancia a SE)	Impactos seleccionados
Cód.	IMPACTOS POSITIVOS				
IP ₁	Incremento de la conciencia ambiental		3°	6,3	*
IP ₂	Reconocimiento del producto en el mercado			5,6	
IP ₃	Incremento del comercio en la región			5,6	
IP ₄	Incremento de zonas protectoras y forestales	2°			
IP ₅	Incremento de la conservación de los ecosistemas estratégicos	2°	2°	7,2	*
IP ₆	Valorización de predios	1°	3°	5,6	*
IP ₇	Mejoramiento de la infraestructura vial	1°	1°	7,2	*
IP ₈	Seguridad alimentaria	2°	1°	9,0	*
IP ₉	Mejoramiento del paisaje desde el punto de vista estético	2°	1°	9,0	*
IP ₁₀	Generación de empleo	1°	1°	8,1	*
IP ₁₁	Incremento de ingresos económicos	1°	2°	7,2	*
IP ₁₂	Incremento de la integración y recreación	2°	2°	7,2	*
IP ₁₃	Fortalecimiento gremial		3°		

TABLA 9. Cuadro resumen de los impactos negativos preseleccionados en los tres métodos de identificación de impactos para la finca piscícola Manantiales.

IMPACTOS IDENTIFICADOS		Matriz de Leopold (Grado afectación)	Diagrama de redes (Orden de importancia)	Lista de chequeo (Valor significancia SE)	Impactos seleccionados
Cód.	IMPACTOS NEGATIVOS				
IN ₁	Contaminación de fuentes hídricas superficiales	2°	2°	6,4	*
IN ₂	Agotamiento de recursos naturales	1°	2°	5,6	*
IN ₃	Incremento de la compactación del suelo	2°			
IN ₄	Cambio en la geoforma del terreno	2°	3°		*
IN ₅	Generación de ruido	1°	3°		*

IMPACTOS IDENTIFICADOS		Matriz de Leopold (Grado afectación)	Diagrama de redes (Orden de importancia)	Lista de chequeo (Valor significancia SE)	Impactos seleccionados
IN ₆	Disminución de la tasa de reproducción de las especies de fauna	1°			
IN ₇	Disminución de la cobertura vegetal	1°	2°		*
IN ₈	Disminución de la tasa de reproducción de las especies de flora	2°			
IN ₉	Incremento de la temperatura local	2°			
IN ₁₀	Contaminación atmosférica	2°	2°		*
IN ₁₁	Cambio en el uso del suelo	1°	2°	5,6	*
IN ₁₂	Migración de fauna silvestre	1°	2°		*
IN ₁₃	Incremento de polvo	2°		4,8	*
IN ₁₄	Alteración de hábitats			5,6	
IN ₁₅	Disminución del caudal de la quebrada		3°		

A partir de los impactos presentados en las tablas 8 y 9, bajo los lineamientos ya expuestos, se presentan en la tabla 10 los 18 impactos seleccionados, los cuales serán utilizados para la elaboración del plan de manejo ambiental. Dentro de los impactos se pueden identificar 9 impactos positivos y 9 impactos negativos generados por la finca piscícola Manantiales.

TABLA 10. Impactos seleccionados para la finca piscícola manantiales

IMPACTOS POSITIVOS		IMPACTOS NEGATIVOS	
Cód. (IP _i)	Enunciado	Cód. (IN _j)	Enunciado
IP ₁	Incremento de la conciencia ambiental	IN ₁	Contaminación de fuentes hídricas superficiales
IP ₅	Incremento de la conservación de los ecosistemas estratégicos	IN ₂	Agotamiento de recursos naturales
IP ₆	Mejoramiento de la infraestructura vial	IN ₄	Cambio en la geoforma del terreno
IP ₇	Valorización de predios	IN ₅	Generación de ruido
IP ₈	Seguridad alimentaria	IN ₇	Disminución de la cobertura vegetal
IP ₉	Mejoramiento del paisaje desde el punto de vista estético	IN ₁₀	Contaminación atmosférica
IP ₁₀	Generación de empleo	IN ₁₁	Cambio en el uso del suelo
IP ₁₁	Incremento de ingresos económicos	IN ₁₂	Migración de fauna silvestre
IP ₁₂	Incremento de la integración y recreación	IN ₁₃	Incremento de material particulado

Además, se presenta en la tabla 11 las oportunidades y amenazas generadas en la finca piscícola Manantiales las cuales se identificaron a partir de las visitas de campo; estas son

necesarias para la elaboración del plan de manejo ambiental se describen un total de 5 oportunidades y 6 amenazas.

TABLA II. Oportunidades y amenazas identificadas en la finca piscícola Manantiales

OPORTUNIDADES		AMENAZAS	
Cód. (Oi)	Enunciado	Cód. (Aj)	Enunciado
O1	Disponibilidad de mano de obra	A1	Fenómenos naturales
O2	Disponibilidad natural de aguas	A2	Delincuencia común
O3	Alta demanda del producto	A3	Altos precios de insumos
O4	Apuestas productivas	A4	Mal estado de la única vía de acceso
O5	Fuentes públicas de financiación	A5	Competencia en el sector turístico
		A6	Competencia en sector piscícola

Para determinar la viabilidad ambiental de la finca piscícola Manantiales, siguiendo lo expuesto en la metodología, fueron evaluados tres escenarios: sin proyecto (E1), con proyecto (E2) y, por último, con proyecto aplicando el plan de manejo (E3); esta comparación de escenarios se realizó aplicando los métodos de Arboleda y Battelle Columbus

CALIFICACIÓN AMBIENTAL DE ARBOLEDA

Para determinar el orden de viabilidad ambiental se aplicó esta metodología donde se puede observar los impactos ambientales con su respectiva clasificación y sus respectivos valores teniendo en cuenta los criterios de evaluación expuestos en la metodología anteriormente (Tabla 12).

En los tres escenarios se evaluaron los 18 impactos, en el escenario (E1) se encontraron todos los impactos con muy baja importancia ambiental; en el escenario (E2) se encontró 2 impactos de importancia ambiental muy alta (impactos positivos), 4 impacto de alta (dos impactos positivos y dos impactos negativos), 5 de media (dos impactos positivos y tres impactos negativos), 6 de baja (tres impactos positivos y tres impactos negativos) y finalmente 1 impacto de muy baja (impactos negativo); en el escenario (E3) se encontró 6 impactos de importancia ambiental muy alta (impactos positivos), 1 impacto de alta (impacto positivo), 2 de media (impactos positivos), 3 de baja (impactos negativos) y finalmente 6 impacto de muy baja (impactos negativos)

Con lo anterior, se obtuvo que el mejor escenario con viabilidad ambiental es E3 el cual obtuvo un orden de importancia de grado 1°, siguiéndolo el escenario E2 con un orden de importancia de grado 2° y finalmente el escenario E1 con orden de importancia de grado 3°

CALIFICACIÓN AMBIENTAL DE BATELLE-COLUMBUS

Primero se clasificaron los impactos en tres categorías: ecológico con 410 unidades, económico con 260 unidades y social con 330 unidades, las cuales en total tienen un peso de 1.000 unidades (Ver anexo 16).

En el cuadro 13 se estableció los parámetros y unidades que permitieron calcular el orden de viabilidad ambiental comparado distintos escenarios.

Al realizar la sumatoria por escenario de los resultados de las unidades de impacto ambiental (UIA), se obtuvo que: para el escenario (E1) sin proyecto fue $\sum UIA = 358,1$ por lo que se consideró de tercer orden de viabilidad ambiental, en segundo lugar, se encuentra el escenario (E2) con proyecto en donde $\sum UIA = 461$ finalmente resulto el escenario (E3) con proyecto y plan de manejo en primer orden de viabilidad ambiental por tener el mayor valor correspondiente a $\sum UIA = 718$; entendiéndose que el máximo valor que podrían haber alcanzado es $\sum UIA = 1000$. Con lo anterior, se obtuvo que el mejor escenario con viabilidad ambiental es E3, siguiéndolo el escenario E2 y finalmente el escenario E1.

La comparación de los escenarios con la implementación de las metodologías de Arboleda y Battelle- Columbus, en sus resultados coincidieron con los mismos órdenes de viabilidad para los tres escenarios, logrando identificar que lo idóneo es que se incluya el proyecto aplicando el plan de manejo ambiental, para beneficiar a la comunidad y no afectar de manera excesiva al medio ambiente en general.

TABLA 12. Ponderación de impactos ambientales según el método de calificación ambiental de Arboleda para la finca piscícola Manantiales

Impactos Ambientales	Clase			Presencia (P)			a	Evolución (E)			Magnitud (M)			b	Duración (D)			Calificación Ambiental (Ca)			Importancia Ambiental		
	E1	E2	E3	E1	E2	E3		E1	E2	E3	E1	E2	E3		E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3
Incremento de la conciencia ambiental	+	+	+	0,5	0,8	1,0	7,0	0,3	0,8	1,0	0,4	1,0	1,0	3,0	0,2	1,0	1,0	0,4	6,9	10,0	MB	A	MA
Incremento de la conservación de los ecosistemas estratégicos	+	+	+	0,3	0,8	1,0	7,0	0,2	0,7	1,0	0,3	1,0	1,0	3,0	0,2	1,0	1,0	0,2	6,3	10,0	MB	A	MA
Mejoramiento de la infraestructura vial	+	+	+	0,0	0,8	1,0	7,0	0,0	0,7	0,8	0,0	0,8	1,0	3,0	0,0	0,7	0,8	0,0	4,8	8,0	MB	M	MA
Valorización de predios	+	+	+	0,3	0,7	0,9	7,0	0,1	0,5	0,7	0,4	0,6	0,7	3,0	0,2	0,8	1,0	0,2	3,2	5,8	MB	B	M
Seguridad alimentaria	+	+	+	0,5	0,6	0,8	7,0	0,4	0,5	0,6	0,3	0,6	0,8	3,0	0,4	0,6	0,8	0,6	2,3	4,6	MB	B	M
Mejoramiento del paisaje desde el punto de vista estético	+	+	+	0,0	0,8	1,0	7,0	0,0	0,7	0,9	0,0	0,7	0,9	3,0	0,0	1,0	1,0	0,0	5,1	8,7	MB	M	MA
Generación de empleo	+	+	+	0,3	0,6	0,8	7,0	0,0	0,6	0,9	0,6	0,8	1,0	3,0	0,3	0,8	1,0	0,3	3,5	7,4	MB	B	A
Incremento de ingresos económicos	+	+	+	0,5	1,0	1,0	7,0	0,3	0,8	1,0	0,7	1,0	1,0	3,0	0,4	1,0	1,0	0,7	8,6	10,0	MB	MA	MA
Incremento de la integración y recreación	+	+	+	0,0	1,0	1,0	7,0	0,0	1,0	1,0	0,0	1,0	1,0	3,0	0,0	0,8	1,0	0,0	9,4	10,0	MB	MA	MA
Cambio en el uso del suelo	-	-	-	0,4	0,6	0,8	7,0	0,3	0,5	0,6	0,4	0,6	0,7	3,0	0,2	0,6	0,7	0,3	2,3	4,0	MB	B	B
Contaminación de fuentes hídricas superficiales	-	-	-	0,7	0,9	0,2	7,0	0,3	0,8	0,4	0,4	0,9	0,5	3,0	0,2	0,6	0,4	-1,0	-6,2	-0,5	MB	A	MB
Agotamiento de recursos naturales	-	-	-	0,3	0,7	0,5	7,0	0,2	0,7	0,5	0,3	0,8	0,5	3,0	0,3	0,8	0,5	-0,4	-4,4	-1,6	MB	M	MB
Cambio en la geoforma del terreno	-	-	-	0,0	1,0	0,7	7,0	0,0	0,6	0,4	0,0	0,8	0,6	3,0	0,0	1,0	0,7	0,0	-6,4	-2,6	MB	A	B
Generación de ruido	-	-	-	0,2	0,8	0,6	7,0	0,2	0,8	0,6	0,3	0,9	0,6	3,0	0,1	0,6	0,3	-0,1	-5,5	-2,1	MB	M	B
Disminución de la cobertura vegetal	-	-	-	0,0	0,7	0,4	7,0	0,0	0,6	0,3	0,0	0,8	0,5	3,0	0,0	0,8	0,4	0,0	-4,0	-0,9	MB	M	MB
Contaminación atmosférica	-	-	-	0,2	0,6	0,3	7,0	0,2	0,6	0,3	0,3	0,7	0,5	3,0	0,3	0,7	0,5	-0,3	-3,0	-0,8	MB	B	MB
Migración de fauna silvestre	-	-	-	0,0	0,7	0,3	7,0	0,0	0,6	0,4	0,0	0,7	0,4	3,0	0,0	0,5	0,2	0,0	-3,1	-0,5	MB	B	MB
Incremento de material particulado	-	-	-	0,2	0,6	0,3	7,0	0,1	0,4	0,3	0,3	0,5	0,4	3,0	0,1	0,6	0,3	-0,1	-1,9	-0,5	MB	MB	MB
Orden de viabilidad ambiental																					3°	2°	1°

TABLA 13. Comparación de impactos en distintos escenarios ambientales según método de Battelle-Columbus para la finca piscícola Manantiales

Categorías medio ambientales	Componentes (impactos ambientales)	Parámetro	Unidades	Valores originales para escenarios o alternativas			Calidad ambiental (CA)			Peso (UIP)	Unidades de impacto ambiental (UIA =CA*UIP)		
				E1	E2	E3	E1	E2	E3		E1	E2	E3
ECOLÓGICO	Incremento de la conciencia ambiental	Conciencia ecológica	Grado (0-10)	2	8	9	0,20	0,80	0,90	35	7,0	28,0	31,5
	Contaminación de fuentes hídricas superficiales	DBO	mg/L	89	95	34	0,25	0,20	0,71	20	5,0	4,0	14,2
		SST	mg/L	28	74	11	0,93	0,86	0,97	15	14,0	12,9	14,6
		Coliformes totales	NMP/100 ml	149	210	7	0,85	0,78	0,96	15	12,8	11,7	14,4
		pH	Unidades de pH	8,2	9,6	7,4	0,82	0,62	0,94	15	12,3	9,3	14,1
	Agotamiento de recursos naturales	Alteración caudal	% probabilidad	10	45	30	0,10	0,43	0,27	30	3,0	12,9	8,1
		Bosque	Ha	0,8	5	2,6	0,38	0,13	0,27	25	9,5	3,3	6,8
	Cambio en la geoforma del terreno	Geoforma del terreno	% Cambio	0	35	21	0	0,65	0,73	40	0	26,0	29,2
	Disminución de la cobertura vegetal	Área afectada	% área removida	0	30	18	1	0,70	0,82	45	45,0	31,5	36,9
	Migración de fauna silvestre	Distancia de desplazamiento	Km/decenio	0	8	3	1	0,20	0,70	40	40,0	8,0	28,0
Contaminación atmosférica	Dióxido de carbono (CO2)	Kg/año	441	835	597	0,56	0,17	0,41	45	25,2	7,7	18,5	
Incremento de la conservación de los ecosistemas estratégicos	Área en conservación	Ha	0,7	2,5	5	0,10	0,35	0,70	40	4,0	14,0	28,0	
Contaminación por residuos sólidos	Residuos sólidos	Kg/semana	135,6	482,5	237,3	0,80	0,20	0,60	45	36,0	9,0	27,0	
ECONÓMICO	Valorización de predios	Valorización	\$ millones/año	2	5	8	0,15	0,40	0,70	70	10,5	28,0	49,0
	Incremento de ingresos económicos	Ingresos	\$ millones/año	25	75	87	0,25	0,75	0,87	70	17,5	52,5	60,9
	Cambio en el uso del suelo	Área cambiada	Ha	1	1,6	5	0,10	0,16	0,50	50	5,0	8,0	25,0
	Generación de empleo	Empleo	Nº empleados	5	9	15	0,27	0,50	0,83	70	18,9	35,0	58,1

Categorías medio ambientales	Componentes (impactos ambientales)	Parámetro	Unidades	Valores originales para escenarios o alternativas			Calidad ambiental (CA)			Peso (UIP)	Unidades de impacto ambiental (UIA =CA*UIP)		
				E1	E2	E3	E1	E2	E3		E1	E2	E3
SOCIAL	Mejoramiento de la infraestructura vial	Kilómetros mejorados	Km	0	5	14	0	0,20	0,56	60	0	12,0	33,6
	Seguridad alimentaria	Alimento producido	% alimentos	30	53	67	0,31	0,55	0,70	70	21,7	38,5	49,0
	Mejoramiento del paisaje desde el punto de vista estético	Paisaje	Grado de aceptación (0-10)	0	7	9	0	0,70	0,90	60	0	42,0	54,0
	Incremento de la integración y recreación	Actividades recreacionales	N° de actividades	0	7	10	0	0,70	1	60	0	42,0	60,0
	Generación de ruido	Nivel de ruido	decibeles (dB)	20	90	40	0,85	0,35	0,71	40	34,0	14,0	28,4
	Incremento de material particulado	Partículas sólidas	g/m ³	7	65	25	0,92	0,27	0,72	40	36,8	10,8	28,8
										1000	358,1	461,0	718,0
											3°	2°	1°

Formulación del Plan de Manejo Ambiental

El plan de manejo ambiental (PMA) de la finca piscícola Manantiales presenta los impactos positivos y negativos seleccionados con su respectiva codificación, además de las oportunidades y amenazas, con sus medidas correspondientes las cuales se codificaron para prevenir, mitigar, corregir o compensar.

OBJETIVOS DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

De acuerdo con los impactos positivos y negativos seleccionados anteriormente (ver tabla 10) y las oportunidades y amenazas generadas (ver tabla 11), se expusieron cinco objetivos los cuales se describen en la tabla 14, mediante la cual se busca maximizar los impactos positivos (IPi) y las oportunidades (Oi) y minimizar los impactos negativos (INj) y amenazas (Aj) generadas.

TABLA 14. Objetivos del plan de manejo ambiental.

Objetivos	Impactos, Oportunidades y Amenazas				
	IPi	INj	Oi	Aj	
Ob1	Enunciados				
Ob1	Maximizar la conciencia ecológica, la conservación de ecosistemas estratégicos y mejorar el paisaje desde el punto de vista estético y de esa manera disminuir el ruido y la migración de fauna silvestre.	IP1, IP5, IP9	IN5, IN11	O4, O5	A5
Ob2	Maximizar la implementación de estructura vial, el cambio en el uso del suelo y valorización de los predios.	IP6, IP7	IP13		A4
Ob3	Maximizar la integración y la recreación, la seguridad alimentaria, la generación de empleo y el incremento de ingresos económicos; disminuir la delincuencia y compensar los altos precios de los insumos.	IP8, IP10, IP11, IP12		O1, O2, O3	A2, A3, A6
Ob4	Minimizar la destrucción de la cobertura vegetal, cambio en la geoforma del terreno y el agotamiento de recursos naturales y fenómenos naturales.		IN7, IN4, IN2		A1
Ob5	Minimizar la contaminación de las fuentes hídricas superficiales, contaminación de residuos sólidos, la contaminación atmosférica y material particulado.		IN1, IN15, IN10, IN12		

MEDIDAS PARA PREVENIR, CORREGIR, MITIGAR Y COMPENSAR LOS IMPACTOS NEGATIVOS Y AMENAZAS Y MEJORAR LOS IMPACTOS POSITIVOS Y LAS OPORTUNIDADES

Para formular las medidas se tuvieron en cuenta los objetivos del PMA, para determinar las medidas de los proyectos y los programas a realizar, se plantearon al menos dos medidas para

cada uno de los impactos (positivos y negativos), y al menos una para las oportunidades y las amenazas.

En la tabla 15, se proponen 29 medidas, cada una de ellas con su respectiva codificación, con el fin de maximizar los impactos positivos, minimizar los negativos, aprovechar las oportunidades y enfrentar las amenazas generados en la finca piscícola Manantiales.

TABLA 15. Medidas para los impactos, oportunidades y amenazas generadas en la finca piscícola Manantiales.

IMPACTOS, OPORTUNIDADES O AMENAZAS		MEDIDAS	
Cód.	Nombre	Cód.	Nombre
IP1	Incremento de la conciencia ambiental	M4	Realizar un reglamento para la conservación de los senderos el cual debe ser socializado con los turistas
		M2	Solicitar la asistencia de Parques Nacionales Naturales de Colombia para capacitar al personal encargado de las guías turísticas en el parque.
		M3	Desarrollar material didáctico para la implementación de talleres educativos con los turistas que visiten la finca
IP5	Incremento de la conservación de los ecosistemas estratégicos	M1	Realizar convenios con Escuelas, Colegios, SENA o USCO para integrar proyectos ambientales
		M2	Solicitar la asistencia de Parques Nacionales Naturales de Colombia para capacitar al personal encargado de las guías turísticas en el parque.
		M5	Instalar letreros de identificación de los árboles, señalización y bancas de descanso en los senderos
IP6	Mejoramiento de la infraestructura vial	M6	Realizar mantenimiento a las vías de acceso a la finca
		M7	Elaborar y tramitar una propuesta a la alcaldía para mejoramiento de vías de acceso desde el cruce de la vía Zuluaga-Garzón
IP7	Valorización de predios	M8	Instalación de baterías sanitarias y pozo séptico para las cabañas, baños y duchas
		M7	Elaborar y tramitar una propuesta a la alcaldía para mejoramiento de vías de acceso desde el cruce de la vía Zuluaga-Garzón hasta el puente
IP8	Seguridad alimentaria	M9	Capacitación ambiental y técnica al personal operativo para las buenas prácticas de producción acuícola
		M10	Construir huertas agroecológicas con productos de primera necesidad en la finca
IP9	Mejoramiento del paisaje desde el punto de vista estético	M17	Rellenar posibles áreas con el material sustraído de las excavaciones.
		M18	Siembra y mantenimiento de jardines en la finca

IMPACTOS, OPORTUNIDADES O AMENAZAS		MEDIDAS	
		M19	Reforestar el perímetro de la finca con eucalipto y en la rivera de la quebrada con vegetación nativa de la zona
		M24	Diseño de un humedal artificial para minimizar la contaminación de los estanques
		M9	Capacitación ambiental y técnica al personal operativo para las buenas prácticas de producción acuícola
IP10	Generación de empleo	M11	Capacitación ambiental y técnica al personal operativo para el servicio de hospedaje, senderismo y camping
		M14	Priorizar la contratación de mano de obra en el área de influencia
		M10	Construir huertas agroecológicas con productos de primera necesidad en la finca
IP11	Incremento de ingresos económicos	M12	Realizar informes mensuales detallados de los ingresos de la finca
		M13	Aumentar la publicidad y ventas por medio de creación de una página web y de redes sociales
		M15	Elaborar estudios de mercadeo para establecer nuevos clientes
		M13	Aumentar la publicidad y ventas por medio de creación de una página web y de redes sociales
IP12	Incremento de la integración y recreación	M28	Construir una cancha de voleibol de playa para la integración y recreación de los turistas
		M29	construir una estructura haciendo alusión a la naturaleza donde los turistas puedan tomarse fotos
		M7	Elaborar y tramitar una propuesta a la alcaldía para mejoramiento de vías de acceso desde el cruce de la vía Zuluaga-Garzón hasta el puente
IP13	Cambio en el uso del suelo	M10	Construir huertas agroecológicas con productos de primera necesidad en la finca
		M8	Instalación de baterías sanitarias y pozo séptico para las cabañas, baños y duchas
IN1	Contaminación de fuentes hídricas superficiales	M22	Aplicar las raciones optimas de alimento en los estanques para evitar excesos de materia orgánica en el efluente
		M24	Diseño de un humedal artificial para minimizar la contaminación de los estanques

IMPACTOS, OPORTUNIDADES O AMENAZAS		MEDIDAS	
IN2	Agotamiento de recursos naturales	M19	Reforestar en la rivera de la quebrada con vegetación nativa de la zona
		M26	Monitorear los recursos naturales que afecta mediante empresas expertas
IN4	Cambio en la geoforma del terreno	M16	Extraer la mínima cantidad de tierra en la etapa de construcción del proyecto
		M17	Rellenar posibles áreas con el material sustraído de las excavaciones.
IN5	Generación de ruido	M3	Desarrollar material didáctico para la implementación de talleres educativos con los turistas que visiten la finca
		M4	Realizar un reglamento para la conservación de los senderos el cual debe ser socializado con los turistas
IN7	Disminución de la cobertura vegetal	M16	Extraer la mínima cantidad de tierra en la etapa de construcción del proyecto
		M17	Rellenar posibles áreas con el material sustraído de las excavaciones.
		M19	Reforestar en la rivera de la quebrada con vegetación nativa de la zona
IN10	Contaminación atmosférica	M27	Capacitación ambiental y técnica al personal operativo para la etapa de construcción
		M26	Monitorear los recursos naturales que afecta mediante empresas expertas
IN11	Migración de fauna silvestre	M3	Desarrollar material didáctico para la implementación de talleres educativos con los turistas que visiten la finca
		M4	Realizar un reglamento para la conservación de los senderos el cual debe ser socializado con los turistas
IN12	Incremento de material particulado	M11	Capacitación ambiental y técnica al personal operativo para el servicio de hospedaje, senderismo y camping
		M27	Capacitación ambiental y técnica al personal operativo para la etapa de construcción
IN12	Incremento de material particulado	M26	Monitorear los recursos naturales que afecta mediante empresas expertas
		M20	Elaboración de composteras con excedentes de residuos orgánicos
IN15	Contaminación de residuos sólidos	M20	Elaboración de composteras con excedentes de residuos orgánicos

IMPACTOS, OPORTUNIDADES O AMENAZAS		MEDIDAS	
		M21	Utilización de vísceras en la alimentación de otras especies
		M23	Reciclaje y disposición final de los residuos en el basurero municipal
		M25	Instalar canecas para la basura en los senderos
O1	Disponibilidad de mano de obra	M13	Aumentar la publicidad y ventas por medio de creación de una página web y de redes sociales
		M14	Priorizar la contratación de mano de obra en el área de influencia
O2	Disponibilidad natural de aguas	M19	Reforestar en la rivera de la quebrada con vegetación nativa de la zona
		M9	Capacitación ambiental y técnica al personal operativo para las buenas prácticas de producción acuícola
O3	Alta demanda del producto	M15	Elaborar estudios de mercadeo para establecer nuevos clientes
		M9	Capacitación ambiental y técnica al personal operativo para las buenas prácticas de producción acuícola
O4	Apuestas productivas	M13	Aumentar la publicidad y ventas por medio de creación de una página web y de redes sociales
		M15	Elaborar estudios de mercadeo para establecer nuevos clientes
O5	Fuentes públicas de financiación	M1	Formalizar convenios con Escuelas, Colegios, SENA, CAM o la USCO para integrar proyectos ambientales
		M2	Solicitar la asistencia de Parques Nacionales Naturales de Colombia para capacitar al personal encargado de las guías turísticas por los senderos.
A1	Fenómenos naturales	M19	Reforestar en la rivera de la quebrada con vegetación nativa de la zona
		M14	Priorizar la contratación de mano de obra en el área de influencia
A2	Delincuencia común	M13	Aumentar la publicidad y ventas por medio de creación de una página web y de redes sociales

IMPACTOS, OPORTUNIDADES O AMENAZAS		MEDIDAS	
A3	Altos precios de insumos	M22	Aplicar las raciones optimas de alimento en los estanques para evitar excesos de materia orgánica en el efluente
A4	Mal estado de la única vía de acceso	M6	Realizar mantenimiento a las vías de acceso a la finca
		M7	Elaborar y tramitar una propuesta a la alcaldía para mejoramiento de vías de acceso desde el cruce de la vía Zuluaga-Garzón hasta el puente
A5	Competencia en el sector turístico	M29	Construir una estructura haciendo alusión a la naturaleza donde los turistas puedan tomarse fotos
		M13	Aumentar la publicidad y ventas por medio de creación de una página web y de redes sociales
A6	Competencia en sector piscícola	M15	Elaborar estudios de mercadeo para establecer nuevos clientes
		M13	Aumentar la publicidad y ventas por medio de creación de una página web y de redes sociales

DESCRIPCIÓN DE PROGRAMAS Y PROYECTOS AMBIENTALES

En el plan de manejo ambiental para la finca piscícola Manantiales contiene 3 programas que integran 9 proyectos, con la finalidad de monitorear estos. Estos programas son: programa de manejo ambiental, programa de desarrollo económico y empresarial y programa de desarrollo y bienestar social. Seguidamente, se describen los programas y proyectos.

PG1: Programa de manejo ambiental

Este programa tiene como función generar conciencia entre los trabajadores y turistas. Además, interviene en las problemáticas ambientales que se generan en la finca, al igual que enfatiza el manejo de recursos naturales y su conservación. Este programa tiene 3 proyectos que son: proyecto de educación ambiental, proyecto de control sanitario, proyecto de gestión de recursos naturales, ver anexo 17.

PG2: Programa desarrollo económico y empresarial

El programa de desarrollo económico y empresarial contiene tres proyectos: proyecto de gestión y capacitación del personal, proyecto de gestión empresarial, proyecto de mercadeo, publicidad y comercialización y se centra en fortalecer el desempeño económico mediante estrategias de mercadeo y publicidad. Además, con este programa se pretende fortalecer el desempeño y la organización empresarial de la finca piscícola Manantiales, ver anexo 18.

PG3: Programa desarrollo y bienestar social

Para la ejecución de los proyectos de este programa se centra en generar conciencia e incentivar en la seguridad alimentaria aportando al desarrollo del agro colombiano, por otro

lado, se fomenta el desarrollo y crecimiento de infraestructura en el área y de la integración y recreación de los turistas. Este programa contiene 3 proyectos: proyecto de seguridad alimentaria, proyecto de integración y recreación y proyecto de mejoramiento de infraestructura, ver anexo 19.

ESQUEMA BÁSICO DE PROGRAMAS Y PROYECTOS

De acuerdo con los objetivos y medidas planteadas anteriormente, en la tabla 16 se expone el esquema del plan de manejo ambiental donde se agruparon las 29 medidas en 9 proyectos, los cuales son nombrados de la siguiente manera: proyecto de educación ambiental, proyecto de control sanitario, proyecto de gestión de recursos naturales, proyecto de gestión y capacitación del personal, proyecto de gestión empresarial, proyecto de mercadeo, publicidad y comercialización, proyecto de seguridad alimentaria, proyecto de integración y recreación y proyecto de mejoramiento de infraestructura.

TABLA 16. Esquema de programas, proyectos y medidas del plan de manejo ambiental.

PROGRAMAS		PROYECTOS			IMPACTOS, OPORTUNIDADES Y AMENAZAS			
Enunciado	Cód. (PGi)	Enunciado	Cód. (pi)	MEDIDA (Mi)	IPi Max	INj Min	Oi Max	Aj Min
Manejo ambiental	PG1	Educación ambiental	p1	M1, M2, M3, M4, M5	IP1, IP5	IN5, IN11	O5	
		Control sanitario	p2	M20, M21, M22, M23, M24, M25	IP9	IN1, IN15		A3
		Gestión de recursos naturales	p3	M8, M16, M17, M19, M22, M26, M27	IP7, IP9	IN1, IN2, IN4, IN7, IN10, IN12	O2	A1, A3
		Gestión y capacitación del personal	p4	M2, M9, M11, M27	IP1, IP5, IP10	IN11	O2, O4, O5	
Desarrollo económico y empresarial	PG2	Gestión empresarial	p5	M9, M11, M12, M15, M18	IP8, IP9, IP10, IP11	IN11	O2, O3, O4	A5, A6
		Mercadeo, publicidad y comercialización	p6	M13, M15, M28, M29	IP11, IP12		O1, O3, O4	A2, A5, A6
		Seguridad alimentaria	p7	M10, M14	IP8, IP10, IP11, IP13		O1	A2
Desarrollo y bienestar social	PG3	Integración y recreación	p8	M3, M28, M29	IP1, IP12	IN5, IN11		A5
		Mejoramiento de infraestructura	p9	M6, M7, M8	IP6, IP7, IP13	IN1		A4

CRONOGRAMA Y PRESUPUESTO

Para el cronograma del plan de manejo para la finca piscícola Manantiales se elaboró para un tiempo de 5 años con sus respectivos 9 proyectos. En la tabla 17 se observa las convecciones para comprender el cronograma el cual se encuentra en la tabla 18. El costo total del PMA es 177.141.000 el cual está segmentado anualmente de la siguiente manera: el primer año 52.200.000, el segundo año 22.535.000, el tercer año 64.902.000, cuarto año 21.310.000 y el quinto año 16.194.000. El presupuesto se puede observar la tabla 19. Los tiempos y valores plantaos pueden variar de acuerdo a modificaciones en la medida, proyectos y/o programas.

TABLA 17. Convecciones del cronograma

CONVECCIONES DEL CRONOGRAMA	
Ejecución de intensidad alta	
Ejecución de intensidad media	
Ejecución de intensidad baja	
Sin ejecución	

TABLA 18. Cronograma del plan del manejo ambiental del proyecto

PROGRAMAS		PROYECTOS		AÑOS				
Enunciado	Cód. (PGi)	Enunciado	Cód. (pi)	1	2	3	4	5
Manejo ambiental	PG1	Educación ambiental	p1					
		Control sanitario	p2					
		Gestión de recursos naturales	p3					
Desarrollo económico y empresarial	PG2	Gestión y capacitación del personal	p4					
		Gestión empresarial	p5					
		Mercadeo, publicidad y comercialización	p6					
Desarrollo y bienestar social	PG3	Seguridad alimentaria	p7					
		Integración y recreación	p8					
		Mejoramiento de infraestructura	p9					

TABLA 19. Presupuesto del plan del manejo ambiental del proyecto

PROGRAMAS		PROYECTOS		AÑOS					TOTAL
Enunciado	Cód. (PGi)	Enunciado	Cód. (pi)	1	2	3	4	5	
Manejo ambiental	PG1	Educación ambiental	p1	3.550.000	7.100.000	2.367.000	7.100.000	2.367.000	22.484.000
		Control sanitario	p2	23.745.000	400.000	1.150.000	400.000	400.000	26.095.000
		Gestión de recursos naturales	p3	4.300.000		4.300.000	2.150.000	2.150.000	12.900.000
Desarrollo económico y empresarial	PG2	Gestión y capacitación del personal	p4	8.175.000	8.175.000	8.175.000	5.450.000	5.450.000	35.425.000
		Gestión empresarial	p5	1.950.000	1.950.000	1.950.000	1.300.000	1.300.000	8.450.000
		Mercadeo, publicidad y comercialización	p6	2.300.000	1.150.000	2.300.000	1.150.000	767.000	7.667.000
Desarrollo y bienestar social	PG3	Seguridad alimentaria	p7	2.510.000	2.510.000	2.510.000	2.510.000	2.510.000	12.550.000
		Integración y recreación	p8	4.420.000					4.420.000
		Mejoramiento de infraestructura	p9	1.250.000	1.250.000	42.150.000	1.250.000	1.250.000	47.150.000
TOTAL				52.200.000	22.535.000	64.902.000	21.310.000	16.194.000	177.141.000

Diseño de humedal artificial de flujo subsuperficial

A partir de los resultados obtenidos respecto al caudal emitido por los estanques piscícolas existentes en la finca Manantiales (ver tabla 20), se diseñó un humedal de flujo subsuperficial horizontal (ver anexo 20).

TABLA 20. caudal medio de los estanques

	Volumen (litro)	Tiempo (segundos)	Caudal de entrada al sistema (l/seg)	Caudal medio de entrada al sistema (l/seg)
	20	2,45	8,16	
	20	2,46	8,13	
	20	2,47	8,10	8.11
Promedio	20	2,48	8,06	

Para el cálculo del caudal diario se tuvo en cuenta el tiempo de lavado de cada estanque los cuales tomaban un tiempo de 2 minutos por día. Este tiempo se multiplicó por el número de estanques y luego se realizó la conversión a horas. Este resultado es el tiempo por el cual el humedal va a recibir agua por parte de los estanques en el día.

Este tiempo se multiplicó por el caudal y se obtuvo el caudal diario con un valor de 15.47 m³/día.

$$Tiempo = \frac{2 \text{ min}}{\text{estanque} \cdot \text{día}} * 16 \text{ estanques} * \frac{1 \text{ hr}}{60 \text{ min}} = 0.53 \text{ hora/día}$$

$$Q = 8.11 \text{ L/seg} * 0.53 \text{ hr/día} \cdot \frac{3600 \text{ seg}}{1 \text{ h}} = 15473.88 \text{ L/día}$$

$$Q = 15473.88 \text{ L/día} \left(\frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ L}} \right) = 15.47 \text{ m}^3/\text{día}$$

Concentración de DBO₅

$$\frac{C_o}{C_e} = \frac{1}{1 - E/100}$$

$$\frac{C_o}{C_e} = \frac{1}{1 - 80/100}$$

$$\frac{C_o}{C_e} = 5$$

Constante a 20°C

$$K_{20} = K_o(37.31)e^{4.172}$$

$$K_{20} = 1.839(37.31)(0.38)^{4.172}$$

$$K_{20} = 1.211 \text{ d}^{-1}$$

Constante de remoción

$$K_t = K_{20}(1,06)^{T-20^{\circ}\text{C}}$$

$$K_t = 1.211 \text{ d}^{-1}(1,06)^{(18^{\circ}\text{C}-20^{\circ}\text{C})}$$

$$K_t = 1.077 \text{ d}^{-1}$$

AREA SUPERFICIAL

$$A_s = \frac{Q * \text{Ln}(C_o/C_e)}{K_t * y * n}$$

$$A_s = \frac{(15.47 \text{ m}^3/\text{día}) * \text{Ln}(5)}{1.077 \text{ d}^{-1} * 0.55 \text{ m} * 0.38}$$

$$A_s = 110.61 \text{ m}^2$$

Ancho del humedal

$$W = \sqrt{\frac{A_s}{R_A}}$$

$$W = \sqrt{\frac{110.61 \text{ m}^2}{3}}$$

$$W = 6 \text{ m}$$

Largo del humedal

$$L = W * 3$$

$$L = 6 \text{ m} * 3$$

$$L = 18 \text{ m}$$

Área transversal

$$A_t = W * y$$

$$A_t = 6 \text{ m} * 0.55 \text{ m}$$

$$A_t = 3.3 \text{ m}^2$$

VOLUMEN DEL SUSTRATO

$$V_t = \left\{ \left[(L_e * h_s) + \left(\frac{L_e * y_1}{2} \right) \right] * W \right\} + \left\{ \left[(L_s * (h_s + y_2)) + \left(\frac{L_s * (y_3 - y_2)}{2} \right) \right] * W \right\}$$

$$V_t = \left\{ \left[(0.5 \text{ m} * 0.65 \text{ m}) + \left(\frac{0.5 \text{ m} * 0.005 \text{ m}}{2} \right) \right] * 6 \text{ m} \right\} \\ + \left\{ \left[(0.5 \text{ m} * (0.65 \text{ m} + 0.175 \text{ m})) + \left(\frac{0.5 \text{ m} * (0.18 \text{ m} - 0.175 \text{ m})}{2} \right) \right] \right. \\ \left. * 6 \text{ m} \right\}$$

$$V_t = 4.44 \text{ m}^3$$

$$V_z = \left\{ \left[(L_p * (h_s + y_1)) + \left(\frac{L_p * (y_2 - y_1)}{2} \right) \right] * W \right\}$$

$$V_z = \left\{ \left[(17 \text{ m} * (0.65 \text{ m} + 0.005 \text{ m})) + \left(\frac{17 \text{ m} * (0.175 \text{ m} - 0.005 \text{ m})}{2} \right) \right] * 6 \text{ m} \right\}$$

$$V_z = 75.48 \text{ m}^3$$

ÁREA SUPERFICIAL DE TRASPLANTE DE PLANTAS ORNAMENTALES

$$A_p = L_p * W$$

$$A_p = 17 \text{ m} * 6 \text{ m}$$

$$A_p = 102 \text{ m}^2$$

Número de plantas ornamentales

$$N_p = A_p * 4 \text{ plantas/m}^2$$

$$N_p = 102 \text{ m}^2 * 4 \text{ plantas/m}^2$$

$$N_p = 408 \text{ plantas}$$

ÁREA MATERIAL IMPERMEABLE

Área de la cara de entrada

$$A_a = (P_h * W)$$

$$A_a = (0.8 \text{ m} * 6 \text{ m})$$

$$A_a = 4.8 \text{ m}^2$$

Área de la cara de salida

$$A_e = ((P_h + y_3) * W)$$
$$A_e = ((0.8 \text{ m} + 0.18 \text{ m}) * 6 \text{ m})$$
$$A_e = 5.88 \text{ m}^2$$

Área de las caras laterales

$$A_l = (P_h * L) + \left(\frac{L * y_3}{2}\right)$$
$$A_l = (0.8 \text{ m} * 18 \text{ m}) + \left(\frac{18 \text{ m} * 0.18 \text{ m}}{2}\right)$$
$$A_l = 16.02 \text{ m}^2$$

Área de la base

$$A_b = L_f * W$$
$$A_b = 18.18 \text{ m} * 6 \text{ m}$$
$$A_b = 109.08 \text{ m}^2$$

Área de la zona de anclaje

$$A_z = 2 \left[\left(\frac{W_z - W}{2} \right) * h_g \right] + 2 \left[\left(\frac{L_z - L}{2} \right) * h_g \right]$$
$$A_z = 2 \left[\left(\frac{7.8 \text{ m} - 6 \text{ m}}{2} \right) * 1.5 \text{ m} \right] + 2 \left[\left(\frac{19.8 \text{ m} - 18 \text{ m}}{2} \right) * 1.5 \text{ m} \right]$$
$$A_z = 78.6 \text{ m}^2$$

$$A_g = A_a + A_e + 2A_l + A_b + A_z$$
$$A_g = 4.8 \text{ m}^2 + 5.88 \text{ m}^2 + 2(16.02 \text{ m}^2) + 109.08 \text{ m}^2 + 78.6 \text{ m}^2$$
$$A_g = 230.76 \text{ m}^2$$

$$A_{Tza} = A_{za} + (A_{za} * 0.1)$$
$$A_{Tza} = 230.76 \text{ m}^2 + (230.76 \text{ m}^2 * 0.1)$$

$$A_{Tza} = 253.84 \text{ m}^2$$

TIEMPO DE RETENCIÓN HIDRÁULICO

$$THR = \frac{(L * W) * n * y}{Q}$$

$$TRH = \frac{(18 \text{ m} * 6 \text{ m}) * 0.38 * 0.55 \text{ m}}{15.47 \text{ m}^3/\text{día}}$$

$$TRH = 1.5 \text{ días}$$

Como se puede apreciar en el cálculo anterior, no se cumple con el tiempo de retención hidráulico mínimo, el cual es de 2 días, Sin embargo, los valores que aparecen en los parámetros de diseño según los diferentes autores se limitan a las aguas residuales domésticas, por lo tanto, para el presente caso (que no es exactamente un agua residual doméstica), el valor de 1,5 días podría aceptarse (Perlaza & Lache, 2011).

RED DE TUBERÍAS

Para la instalación de las tuberías se utilizaron 5.9 m de longitud de PVC de 75 mm debido a que se dejó un espacio de 5 cm por cada lado entre la tubería y el humedal.

Número de orificios

$$N_{orificios} = \frac{L}{l}$$

$$N_{orificios} = \frac{5.9 \text{ m}}{0.05 \text{ m}}$$

$$N_{orificios} = 118 \text{ orificios}$$

Altura de los orificios en la tubería

$$h_o = \frac{3}{4} * \phi$$

$$h_o = \frac{3}{4} * (75 \text{ mm})$$

$$h_o = 56.25 \text{ mm} = 5.6 \text{ cm}$$

En la tabla 21 se presenta una descripción de las medidas resultantes del diseño tanto para el humedal como para las zonas de anclaje, el número de plantas necesarias para el correcto

tratamiento de las aguas provenientes de los estanques, la elección de este tipo de planta, se alineo de acuerdo por los expuesto por diferentes autores que sostienen que es posible sustituir las plantas comunes (*Phragmites* spp., *Typha* spp., *Schoenoplectus* spp.) por especies ornamentales como *Zantedeschia*, *Canna* spp. he *Iris* spp., en humedales construidos, sin afectar las eficiencias de eliminación para materia orgánica y nutrientes de hasta 86 y 80% para DBO5 y nutrientes (NT y PT), respectivamente (Morales *et al.*, 2013). Para este proyecto se seleccionó como planta ornamental del humedal la *Canna indica*, también comúnmente llamada Achira, es una planta perenne de 3 m de altura con rizoma corto y robusto de rápida tasa de propagación y con una profundidad de implantación de 20 cm. Se distribuyen a lo largo de regiones subtropicales, desde Estados Unidos hasta Argentina con rangos de temperatura entre 10 y 25 °C. Se han cultivado para la decoración debido al color de sus flores: rojo oscuro a amarillo (Maas-Van De Kamer & Maas, 2008; Morales et al., 2013)

TABLA 21. Descripción en medidas del humedal.

SECCIÓN	VARIABLE	VALOR	UNIDAD
Laguna de Flujo Subsuperficial	Ancho	6	m
	Largo	18	m
	Alto	0,8	m
	Tiempo de retención Hidráulico	1.5	Días
	Volumen del sustrato de 100 mm	4,44	m ²
	Volumen del sustrato de 20 mm	75,84	m ³
	Pendiente	1	%
Zona de Anclaje	Ancho	7,2	m
	Largo	19,2	m
Plantas	Área superficial de trasplante	102	m ²
	Número de plantas	408	unidades
	Especie	<i>Canna Indica</i>	-

Cabe resaltar que para este estudio se realizó un muestreo para el análisis de aguas (ver anexo 23), sin embargo, los valores resultantes estaban por debajo del límite de reporte debido que el día cuando se realizó el muestreo solo se encontraban en funcionamiento cuatro de los 13 estanques y estos mismos no se encontraban en su capacidad máxima por lo cual no se tomaron en cuenta para este trabajo. Por lo tanto, todos los datos que se adaptaron para este trabajo son basados en la literatura mencionada anteriormente en la metodología.

PRESUPUESTO

En la tabla 22 se presenta el presupuesto general para la ejecución de la obra del humedal artificial de flujo subsuperficial horizontal, se dispone dentro de la tabla la descripción de los ítems, la unidad, la cantidad, el valor unitario, el valor parcial, los costos directos e indirectos y el costo total de la obra. Para la ejecución de la obra con las medidas dispuestas en la tabla 13, se debe hacer una inversión total de \$ 10.647.718,12 pesos colombianos.

TABLA 22. Presupuesto general de la obra

CONSTRUCCION DE UN (1) HUMEDAL SUBSUPERFICIAL DE FLUJO HORIZONTAL EN LA VEREDA VILLARRICA DEL MUNICIPIO DE GARZON, HUILA					
PRESUPUESTO GENERAL DE LA OBRA					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
1	Preliminares				
1,1	Limpieza y descapote manual e= 0,20 m	m2	195,04	\$ 11.025,00	\$ 2.150.316,00
1,2	Localización y replanteo	m2	138,24	\$ 1.017,19	\$ 140.616,00
1,3	Cerramiento provisional fibra de polipropileno	ml	60,8	\$ 10.425,69	\$ 633.881,80
2	Movimiento de tierras				
2,1	Excavación manual con retiro hasta h=2,9 m	m2	95,760	\$ 42.000,00	\$ 4.021.920,00
3	Acueducto				
3,1	Tubo 3" x 6m Presión 21-200 Psi	m3	3,000	\$ 219.400,00	\$ 658.200,00
4	Recubrimiento				
4,1	Lona Polietileno Impermeable Multiuso 4m x 5m (metro cuadrado) Azul	m2	32,280	\$ 13.495,00	\$ 435.618,60
5	Aseo general de obra				
5,1		GLB	1,000	\$ 150.000,00	\$ 150.000,00
subtotal costos directos		\$ 8.190.552,40			
costos indirectos					
Administración		24%	\$ 1.965.732,58		
Imprevisto		2%	\$ 163.811,05		
Utilidad		4%	\$ 327.622,10		
Subtotal costos indirectos		30%	\$ 2.457.165,72		
costo total de la obra					
\$ 10.647.718,12 COP					

CONCLUSIONES

Se logró identificar 18 impactos ambientales; 9 impactos positivos y 9 impactos negativos. Los principales impactos generados por la finca son: la contaminación de fuentes hídricas, cambio en el uso del suelo, seguridad alimentaria, generación de empleo y mejoramiento del paisaje desde el punto de vista estético.

Comparando el método de Arboleda y Battelle Columbus se concluye que el escenario (E3) con proyecto aplicando el plan de manejo ambiental es el más viable para la finca piscícola Manantiales.

Para maximizar los impactos positivos, minimizar los negativos, aprovechar las oportunidades y enfrentar las amenazas se formularon 29 medidas las cuales generaron 3 programas: manejo ambiental, desarrollo económico y empresarial y desarrollo y bienestar social y a su vez se establecieron 9 proyectos: educación ambiental, control sanitario, gestión de recursos naturales, gestión y capacitación del personal, gestión empresarial, mercadeo, publicidad y comercialización, seguridad alimentaria, integración y recreación y mejoramiento de infraestructura.

El humedal artificial es una medida que forma parte del plan del manejo para mitigar la contaminación de fuentes hídricas. Para efectos de este trabajo, se diseñó un humedal artificial de flujo subsuperficial horizontal a partir de la normatividad vigente dispuesta en la RAS 2000 y por otros autores, lo que permitió el mejor entendimiento de los resultados obtenidos. Además, se realizaron los planos del humedal artificial y se elaboró el presupuesto del mismo con un costo de 10'647.718,12 pesos colombianos. Sin embargo, se recomienda realizar nuevamente los análisis de aguas para obtener datos más precisos para futuros estudios.

Para el funcionamiento del humedal artificial es ideal que se contrate a personal capacitado para la operación de este o, se capacite a la persona que estará a cargo. Además, se puede sustituir las plantas comunes que se utilizan para este tipo de humedales por una especie ornamental, como la *Canna indica* la cual es, una especie de la región y no afecta las eficiencias de eliminación para materia orgánica y nutrientes.

La actualización del estudio de impacto ambiental es vital para reajustar del plan de manejo ambiental. Esto en el caso que la finca piscícola Manantiales cambie de actividades o surjan nuevas oportunidades o amenazas.

Se recomienda ajustar el presupuesto del plan de manejo ambiental y del humedal artificial, siendo actualizado con los costos vigentes a la fecha de ejecución.

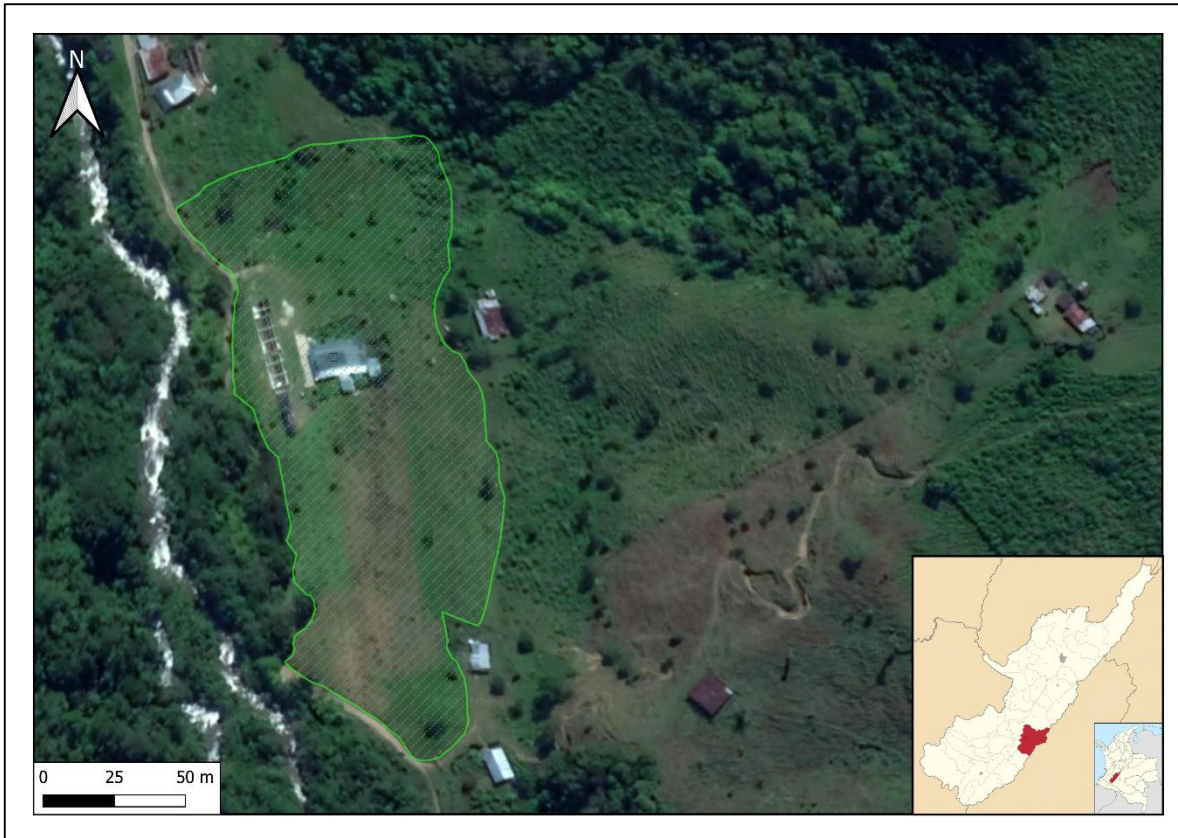
BIBLIOGRAFÍA

- Alcaldía Municipal de Garzón. (2018). *Análisis de Situación de Salud con el Modelo de los Determinantes Sociales de Salud*.
- Aldana, A. (2012). *Análisis crítico de la evaluación de impacto ambiental en el sector eléctrico colombiano y propuesta de mejora*.
- Arboleda, J. A. (1994). *Una propuesta para la identificación y evaluación de impactos ambientales*. *Crónica Forestal y Del Medio Ambiente*, 9, 71–81.
- Arias, S. A., Betancur, F. M., Gómez, G., Salazar, J. P., & Hernández, M. L. (2010). *Fitorremediación con humedales artificiales para el tratamiento de aguas residuales porcinas*. *Informador Técnico*, 74. <https://doi.org/10.23850/22565035.5>
- ASIA. (2015). *Propuesta de reglamento técnico salvadoreño para el diseño y construcción de sistemas de tratamiento de aguas residuales de tipo ordinario para la zona rural*.
- Castellanos, M., & Orgaz, F. (2013). *Potencialidades ecoturísticas de la República Dominicana*.
- Delgadillo, O., Camacho, A., Andrade, M., & Pérez, L. (2010). *Depuración de aguas residuales por medio de humedales artificiales - Universidad Mayor de San Simón*. <https://core.ac.uk/download/pdf/48017573.pdf>
- Hosseini, S. M., Paydar, M. M., & Triki, C. (2021). *Implementing sustainable ecotourism in Lafour region, Iran: Applying a clustering method based on SWOT analysis*. *Journal of Cleaner Production*, 329. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129716>
- Hurtado, N., & Ramírez, F. A. (2020). *Evaluación de impacto ambiental del ecoturismo como herramienta para la contribución de la gestión ambiental del proceso ecoturístico en los puestos de control Siecha, piedras gordas y Monterredondo en el parque nacional natural Chingaza*.
- Kaswanto. (2015). *Land Suitability for Agrotourism Through Agriculture, Tourism, Beautification and Amenity (ATBA) Method*. *Procedia Environmental Sciences*, 24, 35–38. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2015.03.006>
- Kunjuraman, V., Hussin, R., & Aziz, R. C. (2022). *Community-based ecotourism as a social transformation tool for rural community: A victory or a quagmire?* *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*, 39. <https://doi.org/10.1016/j.jort.2022.100524>
- Larriva, J. B., & González, O. A. (2017). *Cinética de la remoción de DBO 5 en humedales con flujo sub-superficial horizontal*.
- López-Guzmán, T., & Sánchez, S. M. (2012). *La gastronomía como motivación para viajar. Un estudio sobre el turismo culinario en Córdoba*.
- Luna, M., Campos, F., & Medina, O. (2016). *Evaluación de las aguas residuales del lavado de estanques multipropósito con cultivo de trucha arcoíris (Oncorhynchus mykiss)*. *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 17(2), 191–202. https://doi.org/10.21930/rcta.vol17_num2_art:488

- Maas-Van De Kamer, H., & Maas, P. J. M. (2008). *The cannaceae of the world*. *Blumea: Journal of Plant Taxonomy and Plant Geography*, 53(2), 247–318. <https://doi.org/10.3767/000651908X607945>
- Mijangos, O., & López, J. (2013). *Metodologías para la identificación y valoración de impactos ambientales*.
- MinAmbiente. (2013). *Guía para la planificación del ecoturismo en parques nacionales naturales de Colombia*.
- Molina, N. A., & Penagos, M. J. (2015). *Cara a la estrategia de internacionalización de la región*.
- Morales, G., López, D., Vera, I., & Vidal, G. (2013). *Humedales Construidos Con Plantas Ornamentales Para El Tratamiento De Materia Orgánica Y Nutrientes Contenidos En Aguas Servidas*.
- Olaya, A. (1999). *Impacto ambiental en proyectos de riego y drenaje. Algunas directrices conceptuales y metodológicas*.
- Olaya, A. (2003). *Sistema de apoyo para la toma de decisiones en distritos de riego y drenaje a partir de sus recursos, restricciones e impactos ambientales, para el caso de Colombia*.
- Orgaz Agüera, F. (2015a). *Los impactos económicos, sociales y medioambientales negativos en el ecoturismo: una revisión de la literatura*. *Nómadas. Revista Crítica de Ciencias Sociales y Jurídicas*, 42(2). https://doi.org/10.5209/rev_noma.2014.v42.n2.48781
- Orgaz Agüera, F. (2015b). *Los impactos económicos, sociales y medioambientales negativos en el ecoturismo: una revisión de la literatura*. *Nómadas. Revista Crítica de Ciencias Sociales y Jurídicas*, 42(2). https://doi.org/10.5209/rev_noma.2014.v42.n2.48781
- Ortiz, D. (2009). *estudio de impacto y plan de manejo ambiental para el sistema de producción de café en la finca la cabaña ubicada en el municipio de Acevedo – Huila*.
- Peñaloza, J., & Gutierrez, D. (2009). *Estudio de impacto ambiental y formulacion del plan de manejo ambiental para hacienda avícola la dominga en el municipio de rivera – huila*. January 2009, 1–112.
- Pinheiro, C. di P. da S., Silva, L. C., Matlaba, V. J., & Giannini, T. C. (2022). *Agribusiness and environmental conservation in tropical forests in the eastern Amazon*. *Sustainable Production and Consumption*, 33, 863–874. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2022.08.015>
- Ramírez, C. A., Gómez, C. F., Orjuela, C. F., Cerquera, O. H., & Garzón, J. D. (2020). *Perfil Productivo Municipio de Garzón*.
- Ramirez, E., & Palacios, C. (2004). *Estudio de Impacto Ambiental para el proyecto minidistrito de riego Asomiraflores en el municipio de Garzón-Huila*.
- Romero, J. (2002). *Tratamiento de aguas residuales teoría y principios de diseño*.
- Sánchez, A. C., & Vanegas, C. (2018). *Proyecto de investigación requerimientos logísticos y estratégicos del ecoturismo en Colombia*.

- Tapia, E. G. (2019). *Formulación de un modelo para el tratamiento de efluentes procedentes del proceso productivo de la piscícola HVS ubicada en el corregimiento el Charco – Planeta rica, Córdoba.*
- Uscuchagua, C. E., & Yupanqui, K. R. (2021). *Impactos ambientales generados por la actividad ecoturística y propuesta de mejora en la reserva nacional Tambopata, Madre de Dios, 2021.*
- USEPA. (2000). *Manual Treatment of Municipal Wastewaters.*
- Velásquez, J. (2005). *El ecoturismo como una alternativa de desarrollo sostenible: Estudios de casos para Antioquia.*
- Yeoman, I., Brass, D., & McMahon-Beattie, U. (2007). *Current issue in tourism: the authentic tourist.*

ANEXOS



ANEXO 1. Finca piscícola Manantiales.



ANEXO 2. Casa principal.



ANEXO 3. Bocatoma.



ANEXO 4. Red de distribución de agua y desarenador.



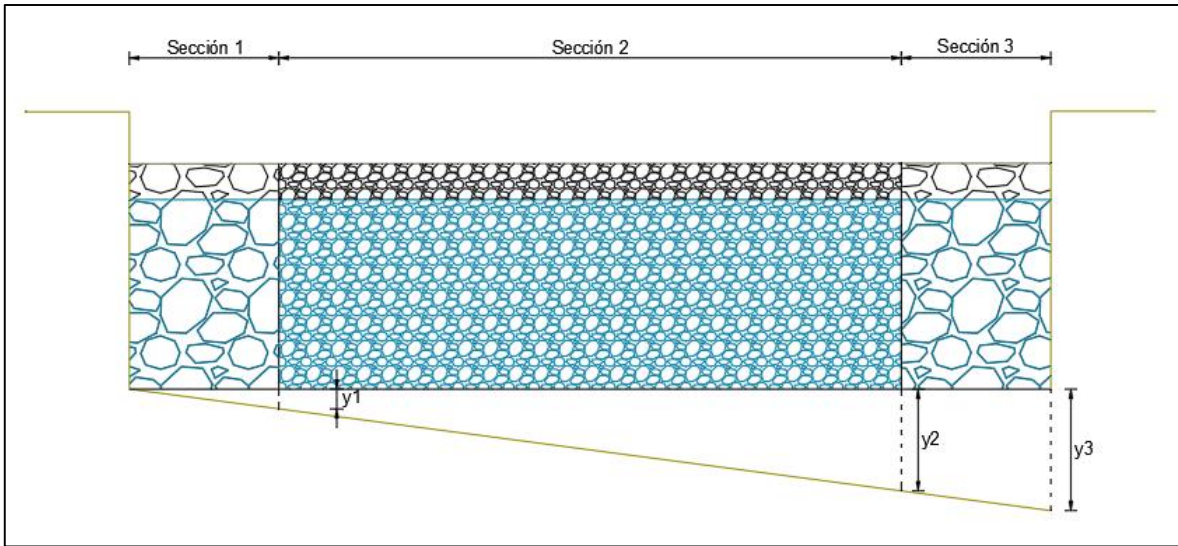
ANEXO 5. Casa de incubación.



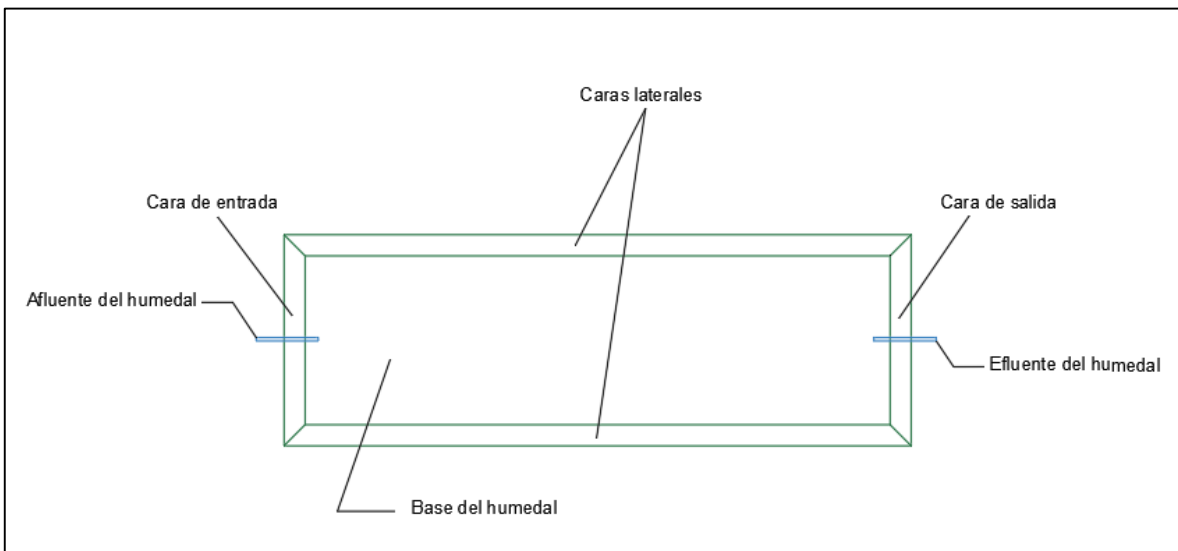
ANEXO 6. Estanques de levante y producción.



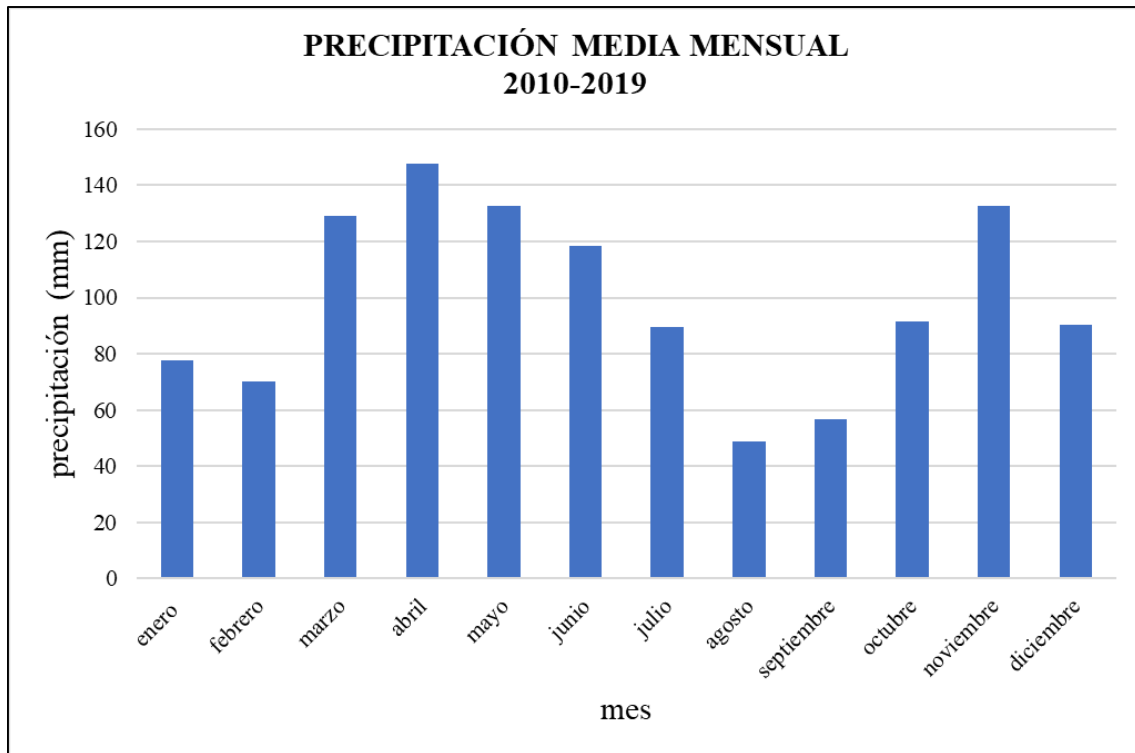
ANEXO 7. Planta de beneficio.



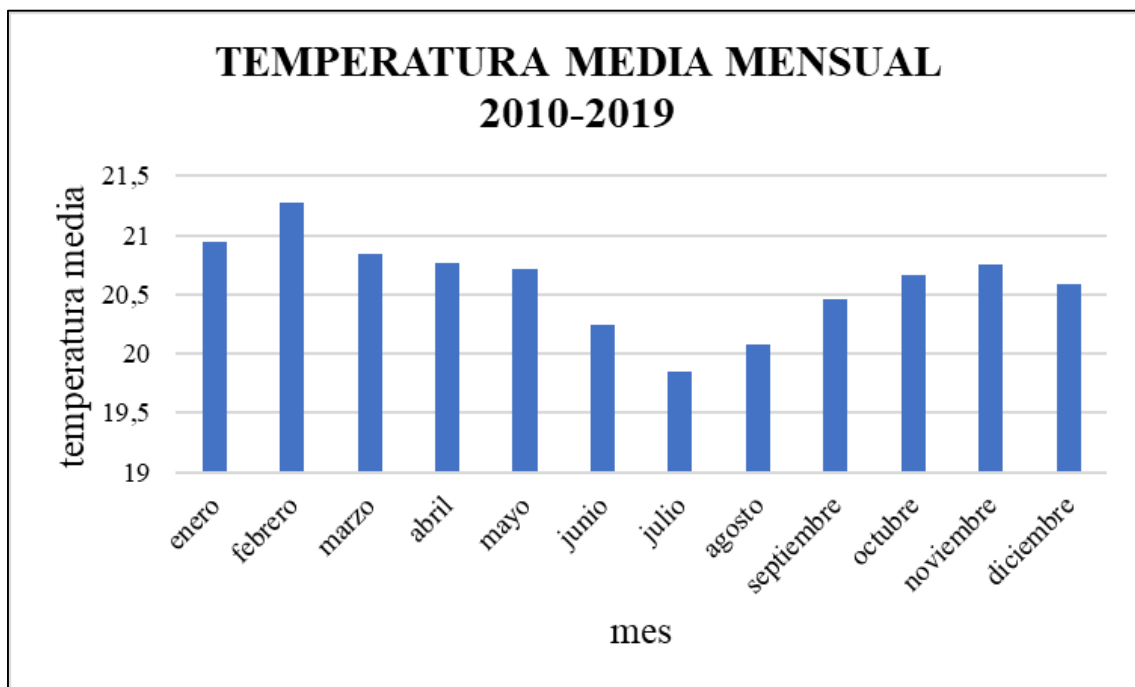
ANEXO 10. Alturas de las secciones por la pendiente de fondo



ANEXO 11. Cara de entrada, salida y laterales del humedal



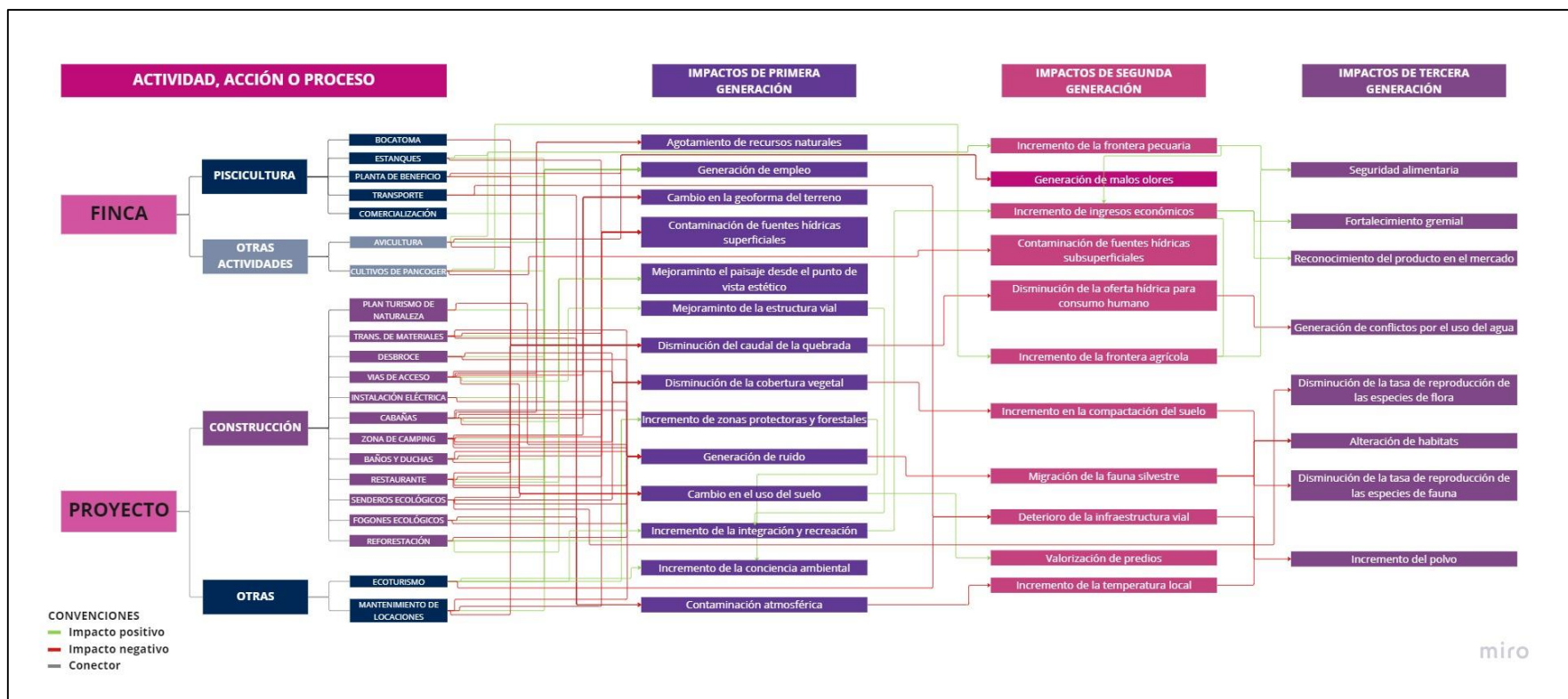
ANEXO 12. Precipitación media mensual del municipio de Garzón



ANEXO 13. Temperatura media mensual del municipio de Garzón

CONVENCIONES		FINCA										PROYECYO										Resumen										
		Piscicultura					Otras					Construcción															Otras					
CONVENCIONES		Bocatoma	Estanques	Planta de beneficio	Transporte	Comercialización	Avicultura	Cultivos de pancoger	Planimificación	Turismo de naturaleza	Transporte de materiales	Desbroce	Vías de acceso	Instalación eléctrica	Cabañas	Zona de camping	Baños y dñhas	Restaurante	Fogones ecológicos	Senderos ecológicos	Reforestación	Ecoturismo	Mantenimiento de locaciones	Impactos (+)	Impactos (-)	Total	Mayor Valor (+)	Mayor Valor (-)	Grado de afectación			
1. Muy baja	2. Baja																													3. Media	4. Alta	5. Muy alta
RECURSOS, CARACTERÍSTICAS Y FACTORES DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Físicas	Suelo	Suelo																					1	11	12	3/2	-4/2	1°			
			Forma del terreno																							0	8	8	0/0	-3/2	2°	
			Materiales construcción																								0	6	6	0/0	-3/3	2°
		Agua	Superficial	-3/2	-3/3	-3/2																					0	10	10	0/0	-3/3	1°
			Subsuperficial						2/2				-2/2														2	1	3	3/2	-2/2	3°
		Atmósfera	Aire				-1/1	-2/2		-2/1			-2/2		-3/2								-3/2	2/2	-3/2		1	6	7	2/2	-3/2	2°
	Ruido						-2/2	-1/1	-2/1	-2/1	-3/2	-1/1	-4/2	-1/1	-2/2	-2/1	-3/1	-3/2				-3/2	-2/2	-2/1	-3/1	0	14	14	0/0	-4/2	1°	
	Bióticas	Flora	Bosque																							1	2	3	3/3	-3/2	3°	
			Arbustos										-3/1	-2/2		-3/2	-3/2		-3/2							0	7	7	0/0	-3/2	2°	
		Fauna	Acuática	-2/2	-2/3																						0	2	2	0/0	-3/2	3°
	Terrestre											-3/2	-3/1	-3/2	-2/2	-3/2	-3/2					-3/2	-2/2	3/3	-3/2	1	10	11	3/3	-3/2	1°	
	Socio-económicas	Uso de la tierra	Pecuaria		3/3			3/3	3/3																	3	0	3	3/3	0/0	3°	
			Agrícola							2/3																1	0	1	2/3	0/0	3°	
		Interés estético y humano	Paisaje		-2/2										-3/2	-2/2	3/2	-1/2	-2/1	3/2				3/2		3	5	8	3/2	-3/2	2°	
			PNR Miraflores							-2/1					-3/3			-3/2		-3/2	-2/2	-3/3	3/2	3/4		2	6	8	3/4	-3/3	2°	
	Comunidad	Vereda Villa Rica	-2/2			3/2	3/2					1/2	4/2	3/2	3/2	3/2	3/2	3/2	2/2			3/1	3/2		11	1	12	4/2	-2/2	1°		
Mpio. de Garzón		-1/3			3/3	3/3			3/3			4/3	1/3	2/3			3/3	3/3		3/3		3/3		9	1	10	4/3	-1/3	1°			
Resumen	Impactos (+)		0	1	0	2	3	1	2	1	0	1	2	1	3	1	1	3	1	1	6	5	1									
	Impactos (-)		4	3	2	2	0	3	5	1	6	6	9	3	7	7	5	8	4	6	2	1	5									
	Total		4	4	2	4	3	4	7	2	6	7	11	4	10	8	6	11	5	7	8	6	6									
	Mayor Valor (+)		0/0	3/3	0/0	3/3	3/3	3/3	2/3	3/3	0/0	1/2	4/3	1/3	3/2	3/2	3/2	3/3	2/2	3/3	3/2	3/4	3/2									
	Mayor Valor (-)		-3/2	-3/3	-3/2	-2/2	0/0	-2/2	-1/2	-2/1	-3/3	-2/2	-3/3	-2/2	-3/2	-3/2	-3/2	-3/2	-3/2	-3/2	-3/2	-2/2	-2/1	-3/2								
Grado de afectación		3°	3°	3°	3°	3°	3°	2°	3°	2°	2°	2°	1°	3°	1°	2°	2°	1°	2°	2°	2°	2°										

ANEXO 14. Identificación de impactos ambientales según la matriz de Leopold para la finca piscícola manantiales.



ANEXO 15. Identificación de impactos ambientales según el método de diagrama de redes para la finca piscícola manantiales.

IMPACTOS AMBIENTALES 1000					
ECOLÓGICO	410	ECONÓMICO	260	SOCIAL	330
Incremento de la conciencia ambiental	35	Valorización de predios	70	Mejoramiento de la infraestructura vial	60
Contaminación de fuentes hídricas superficiales	65	Incremento de ingresos económicos	70	Seguridad alimentaria	70
Agotamiento de recursos naturales	55	Cambio en el uso del suelo	50	Mejoramiento del paisaje desde el punto de vista estético	60
Cambio en la geoforma del terreno	40	Generación de empleo	70	Incremento de la integración y recreación	60
Disminución de la cobertura vegetal	45			Generación de ruido	40
Migración de fauna silvestre	40			Incremento de material particulado	40
Contaminación atmosférica	45				
Incremento de la conservación de los ecosistemas estratégicos	40				
Contaminación por residuos sólidos	45				

ANEXO 16. Ponderación de impactos ambientales según el método de Battelle-Columbus para la finca piscícola Manantiales

PERFIL 1	PROGRAMA MANEJO AMBIENTAL			
	PROYECTO DE EDUCACIÓN AMBIENTAL			
Objetivo	<ul style="list-style-type: none"> • Crear conciencia ambiental al personal y turistas para la conservación y protección de ecosistemas estratégicos 			
Problemas a minimizar y potencialidades a maximizar	Minimizar		Maximizar	
	Impactos	Generación de ruido, Migración de fauna silvestre	Impactos	Incremento de la conciencia ambiental, Incremento de la conservación de los ecosistemas estratégicos
	Amenazas		Oportunidades	Fuentes públicas de financiación
Lugar de aplicación	Este proyecto será ejecutado en las instalaciones de la finca			
Beneficiarios	Con la implementación de este proyecto serán beneficiados Parque Natural Regional PNR Páramo de Miraflores			
Posibles ejecutores	Parques Nacionales Naturales de Colombia, corporación autónoma regional del alto magdalena CAM			
Acciones a desarrollar	<ul style="list-style-type: none"> • Formalizar convenios con Escuelas, Colegios, SENA, CAM o la USCO para integrar proyectos ambientales • Solicitar la asistencia de Parques Nacionales Naturales de Colombia para capacitar al personal encargado de las guías turísticas por los senderos. • Desarrollar material didáctico para la implementación de talleres educativos con los turistas que visiten la finca • Realizar un reglamento para la conservación de los senderos el cual debe ser socializado con los turistas • Instalar letreros de identificación de los árboles, señalización y bancas de descanso en los senderos 			

PERFIL 2	PROGRAMA MANEJO AMBIENTAL			
	PROYECTO DE CONTROL SANITARIO			
Objetivo	<ul style="list-style-type: none"> • Implementar medidas necesarias para el manejo y disposición final de residuos sólidos y del recurso hídrico debido a las actividades generadas en la finca 			
Problemas a minimizar y potencialidades a maximizar	Minimizar		Maximizar	
	Impactos	Contaminación de fuentes hídricas superficiales, Contaminación de residuos sólidos	Impactos	Mejoramiento del paisaje desde el punto de vista estético
	Amenazas		Oportunidades	Disponibilidad natural de aguas
Lugar de aplicación	Este proyecto será ejecutado en las instalaciones de la finca			
Beneficiarios	Con la implementación de este proyecto serán beneficiados el propietario de la finca, la comunidad, PNR Páramo de Miraflores			
Posibles ejecutores	Propietario de la finca, Alcaldía de Garzón, corporación autónoma regional del alto magdalena CAM			
Acciones a desarrollar	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboración de composteras con excedentes de residuos orgánicos • Utilización de vísceras en la alimentación de otras especies • Aplicar las raciones optimas de alimento en los estanques para evitar excesos de materia orgánica en el efluente • Reciclaje y disposición final de los residuos en el basurero municipal • Diseño de un humedal artificial para minimizar la contaminación de los estanques • Instalar canecas para la basura en los senderos 			

PERFIL 3	PROGRAMA MANEJO AMBIENTAL			
	PROYECTO DE GESTIÓN DE RECURSOS NATURALES			
Objetivo	<ul style="list-style-type: none"> • Prevenir y mitigar la contaminación de sistemas ambientales que se generan con el proyecto • Monitorear el estado de los recursos naturales debido al proyecto 			
Problemas a minimizar y potencialidades a maximizar	Minimizar		Maximizar	
	Impactos	Contaminación de fuentes hídricas superficiales, agotamiento de recursos naturales, cambio en la geoforma del terreno, disminución de la cobertura vegetal, contaminación atmosférica, incremento de material particulado	Impactos	Valorización de predios, Mejoramiento del paisaje desde el punto de vista estético
	Amenazas	Fenómenos naturales, disponibilidad natural de aguas	Oportunidades	
Lugar de aplicación	Este proyecto será ejecutado en las instalaciones de la finca y en la vereda Villa Rica			
Beneficiarios	Con la implementación de este proyecto serán beneficiados el propietario de la finca, la comunidad, PNR Páramo de Miraflores			
Posibles ejecutores	Propietario de la finca, alcaldía de Garzón, corporación autónoma regional del alto magdalena CAM			
Acciones a desarrollar	<ul style="list-style-type: none"> • Instalación de baterías sanitarias y pozo séptico para las cabañas, baños y duchas • Extraer la mínima cantidad de tierra en la etapa de construcción del proyecto • Rellenar posibles áreas con el material sustraído de las excavaciones. • Reforestar en la rivera de la quebrada con vegetación nativa de la zona • Aplicar las raciones óptimas de alimento en los estanques para evitar excesos de materia orgánica en el efluente • Monitorear los recursos naturales que afecta mediante empresas expertas • Capacitación ambiental y técnica al personal operativo para la etapa de construcción 			

PERFIL 4	PROGRAMA DE DESARROLLO ECONÓMICO Y EMPRESARIAL			
	PROYECTO DE GESTIÓN Y CAPACITACIÓN DEL PERSONAL			
Objetivo	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitar al personal de acuerdo a los procesos que se van a ejecutar en la finca • Impulsar el uso de personal capacitado 			
Problemas a minimizar y potencialidades a maximizar	Minimizar		Maximizar	
	Impactos	Agotamiento de recursos naturales, migración de fauna silvestre	Impactos	Incremento de la conciencia ambiental, incremento de la conservación de los ecosistemas estratégicos, generación de empleo
	Amenazas		Oportunidades	Fuentes públicas de financiación
Lugar de aplicación	Este proyecto será ejecutado en las instalaciones de la finca en la etapa de construcción y operación del proyecto			
Beneficiarios	Con la implementación de este proyecto serán beneficiados el propietario de la finca, la comunidad y trabajadores			
Posibles ejecutores	Parques Nacionales Naturales de Colombia, corporación autónoma regional del alto magdalena CAM, alcaldía de Garzón			
Acciones a desarrollar	<ul style="list-style-type: none"> • Solicitar la asistencia de Parques Nacionales Naturales de Colombia para capacitar al personal encargado de las guías turísticas por los senderos. • Capacitación ambiental y técnica al personal operativo para las buenas prácticas de producción acuícola. • Capacitación ambiental y técnica al personal operativo para el servicio de hospedaje, senderismo y camping. • Capacitación ambiental y técnica al personal operativo para la etapa de construcción. 			

PERFIL 5	PROGRAMA DE DESARROLLO ECONÓMICO Y EMPRESARIAL			
	PROYECTO DE GESTIÓN EMPRESARIAL			
Objetivo	• Establecer las medidas necesarias para el buen funcionamiento en la finca			
Problemas a minimizar y potencialidades a maximizar	Minimizar		Maximizar	
	Impactos	Migración de fauna silvestre	Impactos	Seguridad alimentaria, mejoramiento del paisaje desde el punto de vista estético, generación de empleo, incremento de ingresos económicos
	Amenazas		Oportunidades	Disponibilidad de mano de obra, alta demanda del producto, apuestas productiva
Lugar de aplicación	Este proyecto será ejecutado en las instalaciones de la finca			
Beneficiarios	Con la implementación de este proyecto serán beneficiados el propietario de la finca, los trabajadores, la comunidad y alcaldía de Garzón			
Posibles ejecutores	Administrador de empresas, contador, propietario de la finca			
Acciones a desarrollar	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitación ambiental y técnica al personal operativo para las buenas prácticas de producción acuícola • Capacitación ambiental y técnica al personal operativo para el servicio de hospedaje, senderismo y camping • Realizar informes mensuales detallados de los ingresos de la finca • Elaborar estudios de mercadeo para establecer nuevos clientes • Siembra y mantenimiento de jardines en la finca 			

PERFIL 6	PROGRAMA DE DESARROLLO ECONÓMICO Y EMPRESARIAL			
	PROYECTO DE MERCADEO, PUBLICIDAD Y COMERCIALIZACIÓN			
Objetivo	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar estrategias de mercadeo orientadas hacia los clientes • Dar a conocer los servicios que ofrece la finca para los turistas 			
Problemas a minimizar y potencialidades a maximizar	Minimizar		Maximizar	
	Impactos		Impactos	Incremento de ingresos económicos, incremento de la integración y recreación
	Amenazas	Delincuencia común, competencia en el sector turístico, competencia en sector piscícola	Oportunidades	Disponibilidad de mano de obra, alta demanda del producto, fuentes públicas de financiación
Lugar de aplicación	Este proyecto será ejecutado en las instalaciones de la finca por medio de plataformas virtuales y redes sociales			
Beneficiarios	Con la implementación de este proyecto serán beneficiados los clientes, los turista y la alcaldía de Garzón			
Posibles ejecutores	Profesional en Mercadeo y publicidad, ingeniero de sistemas y el propietario de la finca			
Acciones a desarrollar	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar la publicidad y ventas por medio de creación de una página web y de redes sociales • Elaborar estudios de mercadeo para establecer nuevos clientes • Construir una cancha de voleibol de playa para la integración y recreación de los turistas • Construir una estructura haciendo alusión a la naturaleza donde los turistas puedan tomarse fotos 			

ANEXO 18. Fichas de proyectos del plan de manejo ecológico

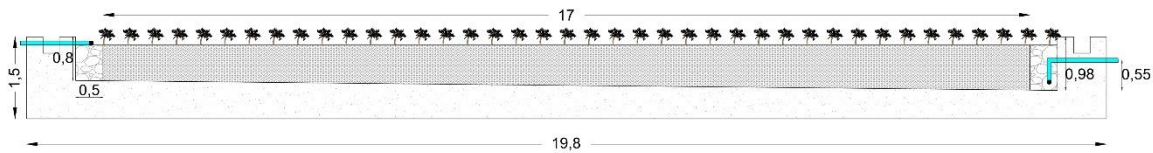
PERFIL 7	PROGRAMA DE DESARROLLO Y BIENESTAR SOCIAL			
	PROYECTO DE SEGURIDAD ALIMENTARIA			
Objetivo	<ul style="list-style-type: none"> • Promover prácticas agrícolas que generen productos alimentarios autosostenibles para consumo humano 			
Problemas a minimizar y potencialidades a maximizar	Minimizar		Maximizar	
	Impactos		Impactos	Seguridad alimentaria, generación de empleo, incremento de ingresos económicos, cambio en el uso del suelo
	Amenazas	Delincuencia común	Oportunidades	Disponibilidad de mano de obra
Lugar de aplicación	Este proyecto será ejecutado en las instalaciones de la finca y en la vereda Villa Rica			
Beneficiarios	Con la implementación de este proyecto serán beneficiados el propietario de la finca, los trabajadores, la comunidad y turistas			
Posibles ejecutores	Propietario de la finca			
Acciones a desarrollar	<ul style="list-style-type: none"> • Construir huertas agroecológicas con productos de primera necesidad en la finca • Priorizar la contratación de mano de obra en el área de influencia 			

PERFIL 8	PROGRAMA DE DESARROLLO Y BIENESTAR SOCIAL			
	PROYECTO DE INTEGRACIÓN Y RECREACIÓN			
Objetivo	• Desarrollar actividades y obras que permitan la integración y la recreación			
Problemas a minimizar y potencialidades a maximizar	Minimizar		Maximizar	
	Impactos		Impactos	Incremento de la conciencia ambiental, incremento de la integración y recreación
	Amenazas	Competencia en el sector turístico	Oportunidades	
Lugar de aplicación	Este proyecto será ejecutado en las instalaciones de la finca			
Beneficiarios	Con la implementación de este proyecto serán beneficiados la comunidad y los turistas			
Posibles ejecutores	Propietario de la finca			
Acciones a desarrollar	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar material didáctico para la implementación de talleres educativos con los turistas que visiten la finca • Construir una cancha de voleibol de playa para la integración y recreación de los turistas • Construir una estructura haciendo alusión a la naturaleza donde los turistas puedan tomarse fotos 			

PERFIL 9	PROGRAMA DE DESARROLLO Y BIENESTAR SOCIAL			
	PROYECTO DE MEJORAMIENTO DE INFRAESTRUCTURA			
Objetivo	• Implementar o mejorar la infraestructura necesaria para el desarrollo			
Problemas a minimizar y potencialidades a maximizar	Minimizar		Maximizar	
	Impactos	Contaminación de fuentes hídricas superficiales	Impactos	Mejoramiento de la infraestructura vial, valorización de predios, cambio en el uso del suelo
	Amenazas	Mal estado de la única vía de acceso	Oportunidades	
Lugar de aplicación	Este proyecto será ejecutado en las instalaciones de la finca y la vereda Villa Rica			
Beneficiarios	Con la implementación de este proyecto serán beneficiados el propietario de la finca, la comunidad, trabajadores y turistas			
Posibles ejecutores	Propietario de la finca y alcaldía de Garzón			
Acciones a desarrollar	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar mantenimiento a las vías de acceso a la finca • Elaborar y tramitar una propuesta a la alcaldía para mejoramiento de vías de acceso desde el cruce de la vía Zuluaga-Garzón hasta el puente • Instalación de baterías sanitarias y pozo séptico para las cabañas, baños y duchas 			

ANEXO 19. Fichas de proyectos del plan de desarrollo y bienestar social

VISTA LATERAL PENDIENTE: 1% ESCALA 1:9



UNIVERSIDAD
SURCOLOMBIANA

FACULTAD DE INGENIERÍA
Trabajo de grado presentado al
departamento de Ingeniería
Agrícola
como requisito para optar al título
de: Ingeniero Agrícola

TÍTULO PLANO

**HUMEDAL ARTIFICIAL DE
FLUJO SUBSUPERFICIAL
HORIZONTAL**

DIBUJÓ

Angie Ximena Lopera Piamba

DESCRIPCIÓN

Plano en 2D del humedal artificial
de flujo subsuperficial horizontal
para estanque piscícola ubicado en
la finca Manantiales, municipio de
Garzón, Huila.

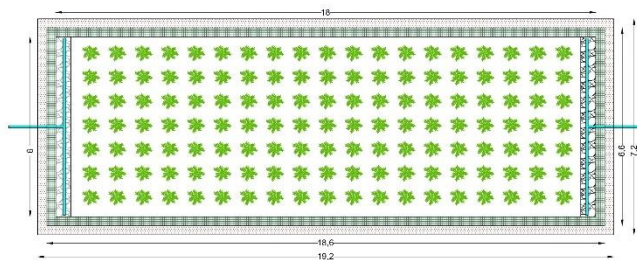
Se expone la vista en planta
superior, lateral y vista en detalle
de la zona perimetral de anclaje
del material impermeable.

FECHA

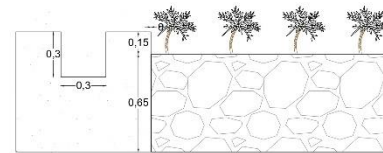
08/11/2022

ESCALA UNIDAD

Indicada metros



VISTA EN PLANTA ESCALA 1:5



ZANJA PERIMETRAL DE
ANCLAJE ESCALA 1:25



Zona de
Anclaje



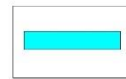
Zona de Agregado
Grueso



Planta Canna



Suelo



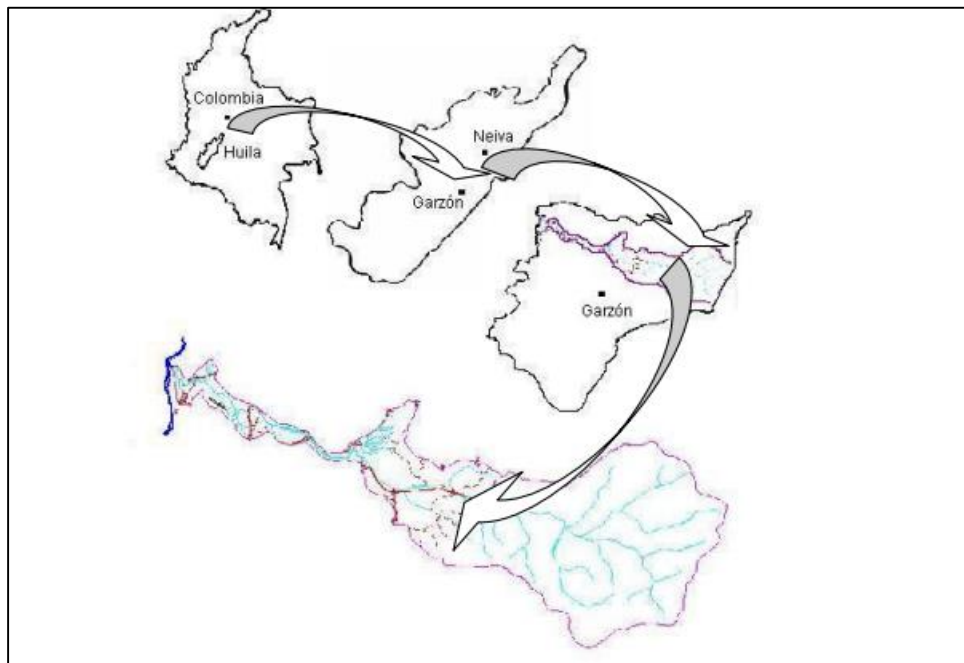
Tubo de 3"



Subsuelo



ANEXO 21. Localización del humedal de flujo subsuperficial horizontal



ANEXO 22. Área de influencia de la microcuenca la Majo



LABORATORIO DIAGNOSTICAMOS SAS
DIVISION AMBIENTAL
NIT 800.179.073-9
Carrera 11 N° 7-45, Neiva – Huila.
Teléfonos 8714977 – 8717909 ext. 303, Celular 3204124326
E-mail: comercial@diagnosticamos.com Web: www.diagnosticamos.com



REPORTE DE RESULTADOS No	19915	FECHA DE EMISIÓN	2020-NOV-30
DATOS DEL CLIENTE			
NOMBRE	ANGIE XIMENA LOPERA PIAMBA	DIRECCIÓN	NEIVA
CONTACTO	ANGIE XIMENA LOPERA PIAMBA	TELÉFONO	3132929595
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA			
MATRIZ DE LA MUESTRA	AGUA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	RESIDUAL
MUESTRA TOMADA POR	CLIENTE	RADICADO INTERNO	19915
PLAN DE MUESTREO	NO APLICA	FECHA DE TOMA	2020-NOV-17
PROCEDIMIENTO MUESTREO	NO APLICA	FECHA DE RECEPCIÓN	2020-NOV-18
FUENTE DE MUESTREO	AGUA RESIDUAL	COORDENADAS	
LUGAR DE MUESTREO	VILLA RICA - FINCA MANANTIAL	PUNTO DE MUESTREO	EFLUENTE ESTANQUE
OTROS ¿Cuales?	NO REPORTA		

CONV	PARÁMETRO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO	LÍMITE DE REPORTE	FECHA DE ANÁLISIS	VALORES PERMISIBLES	CUMPLIMIENTO
a.	DEMANDA BIOLÓGICA DE OXIGENO	SM 5210B Y ASTM D888 METODO C	mg O ₂ /L	< 10.0	10	2020-NOV-18	NO APLICA	NO APLICA
a	GRASAS Y ACEITES	SM 5520 D MODIFICADO	mg/L	< 10.0	10	2020-NOV-24	NO APLICA	NO APLICA
	NMP COLIFORMES TOTALES	SM 9223B	NMP /100 ml muestra	37	0	2020-NOV-18	NO APLICA	NO APLICA
a.	PH	SM 4500-H+ B	Unidades de pH	8.63	NO APLICA	2020-NOV-18	NO APLICA	NO APLICA
a	SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	SM 2540 D	mg/L	< 15.0	15	2020-NOV-20	NO APLICA	NO APLICA
a.	TEMPERATURA	SM 2550 B	°C	4.0	NO APLICA	2020-NOV-18	NO APLICA	NO APLICA

OBSERVACION

nota 1: Analisis solicitados por el cliente

INFORMACION IMPORTANTE

1. El termino (a) aplica para parámetros acreditados por el IDEAM según resolución 0441 del 7 de junio de 2020 para aguas crudas y residuales.
2. El termino (a) aplica para parámetros acreditados por el IDEAM según las resoluciones 1562 del 2017, 2593 de 2017 y 1557 de 2018 para aguas crudas y residuales.
3. El Laboratorio Diagnosticamos SAS no es responsable por lo datos reportados cuando la informacion es proporcionada por el cliente. En caso de que la muestra sea suministrada por el cliente, los resultados aplican a la muestra como se recibo.
4. El presente reporte no se puede reproducir sin autorización del laboratorio. Este resultado es válido exclusivamente para los ensayos presentados.
5. En los parámetros microbiológicos, cuando el resultado reportado es cero indica la ausencia de microorganismos en la muestra.

ANÁLISIS REALIZADO POR	ANÁLISIS REALIZADOR POR	ANÁLISIS SUPERVISADOS POR
		
Alejandro García Murcia Líder Técnico Físicoquímico	Rosario del Pilar Ortiz Martínez Líder Técnico Microbiológico	Pedro María Zuñiga Camacho Director