



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

1 de 2

Neiva, 12 de Diciembre de 2019

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad

El suscrito:

Johanna Giraldo Brito, con C.C. No. 42.162.648,

autor de la tesis y/o trabajo de grado

titulado: Modelo de pago por servicio ecosistémico hídrico para garantizar la conservación y disponibilidad en los sistemas productivos de la asociación de productores del municipio de Campoalegre-Huila.

Presentado y aprobado en el año 2019 como requisito para optar al título de: Magíster en Ingeniería y Gestión Ambiental.

Autorizo 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



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

2 de 2

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:

Firma

Johanna Giraldo Brito



CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	1 de 4
---------------	---------------------	----------------	----------	-----------------	-------------	---------------	---------------

TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO: Modelo de pago por servicio ecosistémico hídrico para garantizar la conservación y disponibilidad en los sistemas productivos de la asociación de productores del municipio de Campoalegre-Huila.

AUTOR O AUTORES:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Giraldo Brito	Johanna

DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Rivera Escobar	José David

ASESOR (ES):

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre

PARA OPTAR AL TÍTULO DE: Magíster en Ingeniería y Gestión Ambiental

FACULTAD: Ingeniería

PROGRAMA O POSGRADO: Maestría en Ingeniería y Gestión Ambiental

CIUDAD: Neiva
138

AÑO DE PRESENTACIÓN: 2019

NÚMERO DE PÁGINAS:

TIPO DE ILUSTRACIONES (Marcar con una X):

Diagramas___ Fotografías_x__ Grabaciones en discos___ Ilustraciones en general_x__
Grabados___ Láminas___ Litografías___ Mapas_x__ Música impresa___ Planos___
Retratos___ Sin ilustraciones___ Tablas o Cuadros_x_



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

MATERIAL ANEXO: Formato encuesta y reporte de resultados de laboratorio

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

PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:

Español

1. Servicio ecosistémico de abastecimiento hídrico
water supply
2. Zona rural
3. Valoración económica

Inglés

- Ecosystem service of
Rural área
Economical assessment

RESUMEN DEL CONTENIDO: (Máximo 250 palabras)

Esta investigación tuvo como área de estudio veintidós fincas correspondientes al grupo asociativo ASOENSAY, localizado en la vereda San Isidro del Municipio de Campoalegre-Huila. La metodología incluyó la caracterización físico-química y microbiológica de doce puntos muestreados, se calcularon índices de calidad y de contaminación que evidenciaron condiciones viables para usos diferentes al consumo humano; a nivel de predial se destacó que el sistema agrícola más relevante en la zona fue el café, siendo este el que mayores consumos de agua registró.

En el diagnóstico hídrico, etapa de valoración del servicio ecosistémico y propuesta comunitaria, se utilizó una encuesta estructurada por secciones que permitió discernir las diferentes perspectivas asociadas con la valoración económica del agua. En el método de costo contingente se empleó el costo por metro cúbico indicado por la Empresa de acueducto, alcantarillado y aseo del Municipio de Campoalegre; además se determinó el precio hedónico, que demostró una mínima disponibilidad a pagar por parte del productor bajo el esquema de valoración utilizado en este proyecto.

En la propuesta comunitaria se planteó un modelo de sostenibilidad del ecosistema hídrico conformado por un conjunto de variables de oferta y demanda hídrica en la zona,



CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	3 de 4
--------	--------------	---------	---	----------	------	--------	--------

identificando que prácticas como siembra de árboles y capacitación en manejo del agua fueron las medidas de manejo que tuvieron mayor factibilidad de implementación de acuerdo con las condiciones socioeconómicas y ambientales de la vereda.

ABSTRACT: (Máximo 250 palabras)

The present research was based on twenty-two farms belonging to the associative group ASOENSAY, located in the village San Isidro of the municipality of Campoalegre – Huila. Physical-chemical and microbiological characteristics of twelve spots were sampled, quality and pollution rates were calculated evidencing feasible conditions for other uses than human consumption. The study found that coffee, which is the most relevant agricultural product in the area, registered the greatest amount of water use during its plantation.

A section-structured survey was implemented for water diagnosis, ecosystem service assessment stage and the community proposal. The survey allowed to distinguish different perspectives associated with the water economical assessment. The cost per m³ indicated by the Campoalegre Water Supply, Sewage and Sanitation Agency was used in the contingent cost method. Additionally, the hedonic price was determined, which showed a minimum availability to be paid by the producer under the rating scheme used in the research.

A sustainable model of the water ecosystem consisting of a set of water supply and demand variables in the area was proposed. Practices such as tree plantation and training in water use were then identified as those with the greatest implementation feasibility, according to the socio-economic and environmental conditions of the village.

APROBACION DE LA TESIS

Nombre Presidente Jurado:

Firma:

Vigilada mieducación



DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO

CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	4 de 4
--------	--------------	---------	---	----------	------	--------	--------

Nombre Jurado: ALFREDO OLYA A

Firma:

Nombre Jurado: NESTOR E GERQUEZ P.

Firma:

**Modelo de Pago por Servicio Ecosistémico Hídrico para Garantizar la Conservación y
Disponibilidad en los Sistemas Productivos de la Asociación de Productores del
Municipio de Campoalegre-Huila**

Johana Giraldo Brito

Universidad Surcolombiana

Facultad de Ingeniería

Neiva, Colombia

2019

Modelo de Pago por Servicio Ecosistémico Hídrico para Garantizar la Conservación y Disponibilidad en los Sistemas Productivos de la Asociación de Productores del Municipio de Campoalegre-Huila

Johanna Giraldo Brito

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar el título de:

Magíster en Ingeniería y Gestión Ambiental

Director:

José David Rivera Escobar

Universidad Surcolombiana

Facultad de Ingeniería

Neiva, Colombia

2019

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme la fortaleza que necesite durante este tiempo para analizar y escribir de la forma más apropiada todo este proyecto. Por dejar que en mi camino estuvieran las personas más idóneas que me orientaron en este proceso, entre ellas mi Madre como ser único e irremplazable quien siempre expresó las palabras que nunca dejaron perder la fuerza para empezar y terminar esta investigación.

A mi Hermana quien todo el tiempo me animó, y con sus palabras llenas de positivismo hicieron que yo pudiera entender la importancia de esforzarme y conseguir lo que se quiere. Julián gracias por decir “si puedes”, por apoyarme todo el tiempo y entender la importancia que este proyecto representaba para mí.

Profesor David, agradezco su paciencia, tolerancia y tiempo que fueron ayudas fundamentales y evidenciaron su ética profesional para con esta investigación.

Al grupo asociativo ASOENSAY y a todos los actores comunitarios e institucionales que aportaron a este proceso, Mil Gracias.

RESUMEN

Esta investigación tuvo como área de estudio veintidós fincas correspondientes al grupo asociativo ASOENSAY, localizado en la vereda San Isidro del Municipio de Campoalegre-Huila. La metodología incluyó la caracterización físico-química y microbiológica de doce puntos muestreados, se calcularon índices de calidad y de contaminación que evidenciaron condiciones viables para usos diferentes al consumo humano; a nivel de predial se destacó que el sistema agrícola más relevante en la zona fue el café, siendo este el que mayores consumos de agua registró.

En el diagnóstico hídrico, etapa de valoración del servicio ecosistémico y propuesta comunitaria, se utilizó una encuesta estructurada por secciones que permitió discernir las diferentes perspectivas asociadas con la valoración económica del agua. En el método de costo contingente se empleó el costo por metro cúbico indicado por la Empresa de acueducto, alcantarillado y aseo del Municipio de Campoalegre; además se determinó el precio hedónico, que demostró una mínima disponibilidad a pagar por parte del productor bajo el esquema de valoración utilizado en este proyecto.

En la propuesta comunitaria se planteó un modelo de sostenibilidad del ecosistema hídrico conformado por un conjunto de variables de oferta y demanda hídrica en la zona, identificando que prácticas como siembra de árboles y capacitación en manejo del agua fueron las medidas de manejo que tuvieron mayor factibilidad de implementación de acuerdo con las condiciones socioeconómicas y ambientales de la vereda.

Palabras claves: Servicio ecosistémico de abastecimiento hídrico, zona rural, valoración económica.

ABSTRACT

The present research was based on twenty-two farms belonging to the associative group ASOENSAY, located in the village San Isidro of the municipality of Campoalegre – Huila. Physical-chemical and microbiological characteristics of twelve spots were sampled, quality and pollution rates were calculated evidencing feasible conditions for other uses than human consumption. The study found that coffee, which is the most relevant agricultural product in the area, registered the greatest amount of water use during its plantation.

A section-structured survey was implemented for water diagnosis, ecosystem service assessment stage and the community proposal. The survey allowed to distinguish different perspectives associated with the water economical assessment. The cost per m³ indicated by the Campolegre Water Supply, Sewage and Sanitation Agency was used in the contingent cost method. Additionally, the hedonic price was determined, which showed a minimum availability to be paid by the producer under the rating scheme used in the research.

A sustainable model of the water ecosystem consisting of a set of water supply and demand variables in the area was proposed. Practices such as tree plantation and training in water use were then identified as those with the greatest implementation feasibility, according to the socio-economic and environmental conditions of the village.

Key words: Ecosystem service of water supply, rural area, economical assessment.

ÍNDICE GENERAL

Introducción	10
1. Capítulo: Marco Teórico	13
1.1 Servicios Ecosistémicos	13
1.2 Servicio Ecosistémico Hídrico.....	14
1.3 Sector Agropecuario y Servicio Ecosistémico Hídrico	17
1.4 Valoración Económica de los Servicios Ecosistémicos	18
2. Capítulo: Planteamiento del Problema	22
2.1 Formulación del problema	22
2.2 Pregunta de Investigación.....	24
2.3 Objetivos.....	24
2.3.1 Objetivo General	24
2.3.2 Objetivos Específicos	24
2.4 Justificación	25
2.5 Metodología.....	28
2.5.1 Municipio de Campoalegre.....	28
2.5.2 Vereda San Isidro	29
2.5.3 Sistemas Productivos.....	30
2.5.4 Red Hídrica	30
2.6 Diseño Metodológico	31
2.6.1 Población y Muestra	31
2.6.2 Tipo de Investigación	34
2.6.3 Diagnóstico	35
2.6.4 Valoración Económica	38
2.6.5 Esquema participativo	40
3. Capítulo: Resultados y Discusión	42
3.1 Diagnóstico	42
3.1.1 Caracterización de los predios y sistemas productivos.....	42
3.1.2 Descripción hídrica y requerimientos del recurso en sistemas productivos	46
3.1.3 Muestreo de parámetros físico-químicos y microbiológicos	53
3.1.4 Índice de Calidad de Agua-ICA-.....	63
3.1.5 Índice de Contaminación de Agua-ICO	73

3.2 Valoración del Agua.....	80
3.2.1 Costo económico del agua	80
3.2.2 Perspectiva de pago por uso del agua	82
3.2.3 Valoración Contingente.....	86
3.3 Propuesta para Sostenibilidad del Agua	94
4. Conclusiones	99
Referencias Bibliográficas	102
Anexos	114

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Puntos de Muestreo en el Grupo Asociativo ASOENSAY	31
Tabla 2. Descripción Socio-económica.....	45
Tabla 3. Costo de oferta hídrica.....	87
Tabla 4. Factores relacionados con la demanda hídrica	87
Tabla 5. Valoración contingente.....	91
Tabla 6. Compensación económica	91

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación Geográfica de la Vereda San Isidro.	29
Figura 2. Estaciones de Muestreo y Predios Abastecidos en el Área de Estudio.	33
Figura 3. Apoyo de la comunidad en el muestreo de agua.	36
Figura 4. Procedimientos en campo.	37
Figura 5. Escenario Predial.	43
Figura 6. Sistemas Productivos.	44
Figura 7. Captación Artesanal.	47
Figura 8. Captación de Acueducto.	47
Figura 9. Influencia de la Producción Cafetera en la Oferta Hídrica.	48
Figura 10. Registros demanda de agua.	50
Figura 11. Requerimientos hídricos en la producción pecuaria.	51
Figura 12. Dinámica de abastecimiento de agua.	52
Figura 13. Materia orgánica y nutrientes.	54
Figura 14. Partículas no solubles y transparencia del agua.	55
Figura 15. Requerimientos de oxígeno y grupo bacteriano.	56
Figura 16. Carbonatos y efectos en el agua.	58
Figura 17. Consumo de oxígeno y vegetación acuática.	59
Figura 18. Materia orgánica y microbiota intestinal.	60
Figura 19. Sales disueltas y corriente eléctrica.	62
Figura 20. Dinámica del ICA en los puntos muestreados.	63
Figura 21. Qi en parámetros con mínima alteración para calidad de agua.	68
Figura 22. Valores de calidad de agua en parámetros alterados.	71
Figura 23. Índice de contaminación por mineralización.	74
Figura 24. Índice de contaminación por materia orgánica.	76
Figura 25. Índice de contaminación por sólidos suspendidos.	77
Figura 26. Índice de contaminación trófico.	79
Figura 27. Requisitos para pago de uso.	80
Figura 28. Variables asociadas al no costo del agua.	81
Figura 29. Frecuencia para disponibilidad a pagar.	82
Figura 30. Valor a pagar en períodos de tiempo.	83
Figura 31. Rol del productor en la conservación del agua.	85

Introducción

Los servicios ecosistémicos contribuyen a mantener la resiliencia. Esta permite a cada uno de los factores y atributos ambientales que conforman un ecosistema soportar las alteraciones provenientes del entorno y de esta forma brindar a las comunidades productos tangibles e intangibles como agua. La calidad de este recurso, es un requerimiento *sine qua non* en actividades propias de los contextos rurales o urbanos.

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible e Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt (2017) resumen que en Colombia los servicios ecosistémicos presentan un fenómeno preocupante de pérdida y transformación, debido a una serie de significativos impactos ambientales provenientes de la utilización de espacios para asentamientos humanos. Este escenario manifiesta la degradación de la oferta ecológica que representan las reservas boscosas, en las que los recursos agua, suelo, aire, fauna y flora, desempeñan invaluable funciones frente a las interacciones biológicas que garantizan el desarrollo de procesos como el ciclaje de nutrientes.

Dichos procesos son fundamentales para mantener el equilibrio propio de los entornos gaseosos, acuáticos y terrestres que hacen parte de los ecosistemas. Son éstos los que facilitan la disponibilidad de bienes y servicios que son proporcionados de forma indirecta en el ambiente para suplir las necesidades de las comunidades asentadas en el área de influencia del ecosistema.

Frente a lo indicado en el objeto y área de estudio de esta investigación, la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (2019) expresa que el Huila cuenta con siete áreas protegidas a nivel regional con figuras de conservación reconocidas por el Sistema Nacional de Áreas Protegidas-SINAP. Esto convierte al departamento en una de las regiones líderes en temas de conservación y generadora de servicios ecosistémicos.

La dinámica actual del departamento en gestión de recursos naturales favorece la ejecución de procedimientos que potencializan el valor ambiental de los bienes y servicios. Todos estos asociados al abastecimiento, regulación, soporte y cultural como aportantes en la conformación de un entorno propicio para el bienestar humano. Se destaca también el desempeño ambiental en términos de la protección de ecosistemas y los esfuerzos en resaltar

que los grupos sociales tienen corresponsabilidad en el desarrollo de prácticas para la conservación.

Este planteamiento responde a las acciones antrópicas que son las llamadas a ser sujeto de modificaciones para lograr un uso sostenible del recurso natural, a través de la concertación de procedimientos que involucran su aprovechamiento en materias primas e insumos para procesos productivos. Junto con el aprovisionamiento de condiciones necesarias para que el recurso no se afecte negativamente y por el contrario se fortalezcan estrategias de conservación. Lo indicado, teniendo en cuenta que la posibilidad de utilizar la oferta hídrica, faunística u otras, depende de las acciones implementadas por los seres humanos para garantizar que los servicios ecosistémicos estén disponibles en la cantidad y calidad requeridos por las comunidades.

Ante lo esbozado, se identifica que por parte de las comunidades los servicios ecosistémicos se perciben como escenarios carentes de límites, específicamente en contextos asociados con cadenas productivas. En términos locales, la Gobernación del Huila, Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena, E3 Ecología, Economía y Ética, Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) y Programa de Carbono Forestal, Mercados y Comunidades (FCMC), (2014) refieren lo siguiente:

el departamento del Huila tiene una gran oferta de bienes y servicios ecosistémicos en los que se soporta el desarrollo regional y sus apuestas productivas (agropecuarias, turísticas, de energía, y minería), así como el bienestar y la calidad de vida de sus habitantes (p. 21).

Es así, como se manifiesta la relación entre la dinámica productiva y los servicios ecosistémicos. Esta obra como la evidencia sobre la cual se soporta esta investigación, enfocándose en el servicio de abastecimiento hídrico por la importancia que reviste la disponibilidad de agua para llevar a cabo las acciones propias del contexto agrícola y/o pecuario. El uso de este recurso en las actividades domésticas que son transversales al funcionamiento de la mano de obra necesaria en la cadena productiva mencionada.

De esta manera, el análisis del servicio ecosistémico de abastecimiento hídrico en el marco de los procesos productivos indicados a través de una valoración económica, con la

participación de los denominados productores, es una estrategia que estima la incidencia de múltiples factores. Ahí se involucran desde características propias de las fuentes hídricas hasta condiciones socioeconómicas, teniendo como principal eje dinamizador la relevancia de la producción para el mantenimiento de los grupos sociales.

En este contexto, Parques Nacionales Naturales de Colombia y Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2017) señalan que el servicio ecosistémico de provisión de agua por parte de las áreas protegidas del departamento del Huila permite suplir usos domésticos, agrícolas y pecuarios. La relación entre el abastecimiento de agua y los usos del recurso, se manifiestan en un escenario que sopesa el valor que representa la disponibilidad del recurso agua para desarrollar prácticas sociales y productivas en el marco de una perspectiva que favorece el bienestar de las comunidades.

En el departamento del Huila, como una región en la que convergen el servicio ecosistémico de abastecimiento hídrico y las prácticas productivas agropecuarias, se identifica el grupo asociativo ASOENSAY en la vereda San Isidro del Municipio de Campoalegre, donde se contextualiza la presente investigación que inicia con un diagnóstico determinando condiciones de calidad y de contaminación de los puntos hídricos utilizados por los productores que conforman el grupo, soportado en la caracterización de predios y de actores sociales; a partir de los resultados se establecen parámetros que orientan el proceso de valoración económica que precisa la estimación de un valor de uso para el agua en la zona rural.

1. Capítulo: Marco Teórico

1.1 Servicios Ecosistémicos

Los ecosistemas como espacios físicos en los que se generan múltiples procesos perceptibles u otros con menor evidencia para el entorno, como son regulación climática y circulación de nutrientes respectivamente, son el resultado propio de las interacciones entre los recursos bióticos y abióticos que coexisten en la naturaleza. Bajo una dinámica paulatina, el concepto de “los servicios ecosistémicos abarca todos los aspectos interrelacionados con estructuras ecológicas en términos de funciones que representan ventajas para los humanos (servicios) y por lo tanto contribuyen al bienestar humano (beneficios)” (Andersson, Klingberg, Gunnarsson, Cullinane, Gustafsson, Hedblom, Knez, Lindberg, Ode, Pleijel, Thorsson, y Thorsson, 2018, p.275).

En el contexto de la favorabilidad que representan los ecosistemas para la sociedad es relevante tener en cuenta que “los suministros adecuados y sostenibles de múltiples servicios ecosistémicos son necesarios para satisfacer las necesidades humanas, mantener los medios de vida y salvaguardar la productividad” (Waweru, Burkhard y Muller, 2016, p.228); razón por la cual entre los seres humanos y los ecosistemas se desarrollan escenarios que condicionan el bienestar social y la dinámica natural de las zonas boscosas.

Esas limitaciones se evidencian en las intervenciones que las comunidades realizan en los ecosistemas, ante la búsqueda constante de elementos que le permitan satisfacer necesidades afines con vivienda, alimento entre otras. Así se generan disturbios en los recursos naturales como el agua, el suelo y la flora que hacen parte de los bosques, y se limita la capacidad propia de los ecosistemas para regenerarse y garantizar las interacciones hombre-naturaleza que soportan la vida sobre la tierra.

En el marco de beneficios que brindan los ecosistemas, Steger, Hirsch, Evers, Branoff, Petrova, Nielsen, Wardropper y Van (2018) expresan que “los tipos de servicios ecosistémicos como son el aprovisionamiento, regulación y culturales merecen una atención especial debido a sus cualidades tangibles e intangibles, así como a su importancia en el proceso de valoración económica” (p.154). Esta clasificación requiere analizar los múltiples aportes que el entorno natural pone a disposición de las comunidades, siendo éstas las

responsables del manejo apropiado de dichos servicios, para que en el tiempo se pueda garantizar la permanencia en términos de cantidad y calidad para generaciones próximas.

Teniendo como referencia que los ecosistemas son dinámicos y por ende los beneficios que éstos brindan son agotables y especialmente cuando la actividad humana es creciente, se potencializa la necesidad de involucrar en la gestión de los servicios ecosistémicos el contexto de valoración económica, como un mecanismo que genera sensibilidad ante el comportamiento del ser humano en el uso de los bienes y servicios que ofertan los ecosistemas como el agua, la madera y alimentos vitales en la actividad propia del entorno socio-económico.

Bajo un contexto local, se resalta que “las comunidades ubicadas en la Cuenca del bajo Caquetá destacan que los servicios ecosistémicos son esenciales para llevar a buen término las ocupaciones propias de la agricultura y proveen alimento y agua que son importantes para su sustento” (Ramírez, Torres, Schreckenber, Honzak, Cruz, Willcock, Palacios, Pérez, Verweij y Poppy, 2015, p.99), desde esta perspectiva los servicios ecosistémicos se han convertido en un referente que las personas involucran de manera prioritaria para lograr la consecución en buenos términos de las actividades afines con su dinámica social y productiva, siendo cada vez más condicionante estos servicios sin distinción alguna en los procesos económicos, sociales y ambientales de las regiones.

1.2 Servicio Ecosistémico Hídrico

Cuando los ecosistemas directa o indirectamente contribuyen a satisfacer las necesidades humanas se generan los servicios ecosistémicos, éstos están definidos y son particulares a un requisito por parte de la sociedad, tal como es el suministro de agua que es de carácter esencial para la supervivencia humana (Small, Munday y Durance, 2017, p.58).

Siendo de trascendental importancia para la vida de los grupos sociales el abastecimiento de agua, este servicio se convierte en el eje central de la interacción entre los ecosistemas y las comunidades, porque el agua como recurso natural es transversal a todas las actividades que realiza el ser humano, lo que pone de manifiesto la relevancia de este proceso bidireccional en el que el recurso hídrico y el factor social son variables fundamentales del análisis de los servicios ecosistémicos.

El recurso hídrico por parte de la sociedad se reconoce como una necesidad fundamental en todos los procesos que desempeña el ser humano, pero la interpretación de este recurso como un servicio que brindan los ecosistemas aún es ambigua por parte de los usuarios del agua. Por esta razón International center for tropical agriculture y Research program on water, land and ecosystems (2015) aclara que:

el servicio ecosistémico hídrico hace referencia al beneficio que el ecosistema de la cuenca hidrográfica proporciona a los usuarios del agua en términos de suministro de agua dulce, flujo de agua en época seca, régimen de caudales para mantener los hábitats silvestres y recreación acuática (p.8).

Bajo el anterior planteamiento es relevante maximizar el valor que representan los ecosistemas y controlar el uso generalizado que la sociedad realiza del mismo, pero especialmente focalizar esfuerzos en moderar el aprovechamiento de los bienes y servicios que constantemente son ofertados por los ecosistemas. En este contexto, las investigaciones de Reynaud y Lanzanova (2017) mencionan que “el servicio ecosistémico de suministro de agua es importante para los humanos y para su uso económico” (p.184), esta es una razón más que debe impulsar a las personas en comprender que además de ser el agua un elemento esencial para la vida, es también materia prima para toda actividad afín con los sectores productivos de una región.

“Los ecosistemas de agua dulce son particularmente vulnerables porque los ríos son alterados con acciones humanas tales como cambios en el uso de la tierra que impactan la calidad del agua, así como el suministro específico de este servicio ecosistémico”. (Brill, Anderson y O’farrell, 2017, p. 256); este planteamiento permite notar los efectos que genera la intervención antrópica sobre las condiciones naturales, siendo dichas consecuencias en la mayoría de los casos desfavorables para las áreas boscosas y también para la misma comunidad, lo que es controversial ya que es precisamente las personas quienes alteran los ecosistemas.

Los ecosistemas a pesar de ser resilientes a los cambios igualmente sus bienes y servicios resultan afectados, pero la comunidad sin tener en cuenta este contexto, continua en la demanda y exigencia permanente de cantidad y calidad de disponibilidad de agua para

sistemas productivos, actividades domésticas y también recreativas, sólo por mencionar algunos de los múltiples usos que se realiza del recurso hídrico.

La disponibilidad del agua se asume desde la simplicidad que siempre ha existido y que la naturaleza lo brinda en proporciones variables que generalmente se asocian con localización geográfica, es así que las redes hídricas se convirtieron en un referente importante para definir asentamientos sociales y desarrollo de actividades productivas.

Grizzetti, Lanza Nova, Liqueste, Reynaud y Cardoso (2016) identificaron que “los ríos apoyan la prestación de servicios ecosistémicos cruciales como la provisión de agua, siendo la purificación de agua un elemento conectado a este servicio” (p.194), de esta manera se evidencia que existen diversos contextos asociados con la dinámica de las comunidades que recaen directamente sobre el servicio ecosistémico hídrico, lo que genera una mayor presión en todos los elementos que hacen parte de un ecosistema, puesto que es el mismo sistema natural el que permite que se desarrollen funciones ecológicas para garantizar el flujo de agua que posteriormente es aprovechado por la sociedad.

Este planteamiento reúne los argumentos que deben tenerse en cuenta por parte de las personas para utilizar el servicio ecosistémico hídrico y manejar integralmente el ecosistema, siendo la intervención comunitaria un elemento base de la gestión de los recursos naturales. Aunado con esto, es importante destacar que Colombia se reconoce por su abundante oferta hídrica, pero la disponibilidad de este servicio ecosistémico se afecta ante la gran demanda que involucra desde usos domésticos, agrícolas y pecuarios hasta hidrocarburos e industrias (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales y Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014).

De esta manera, la dinámica local del servicio ecosistémico analizado se enfrenta a situaciones que lo hacen vulnerable debido a la multiplicidad de usos a los cuales es sometido, proceso en el cual interfiere de forma transversal el rol de la sociedad y condiciones naturales, que aumentan la complejidad de este recurso en términos de cantidad y calidad para garantizar su uso en escenarios actuales y futuros.

1.3 Sector Agropecuario y Servicio Ecosistémico Hídrico

Las actividades que pertenecen al sector agropecuario son amplias y dinámicas en términos de la interacción con todos los recursos naturales que se encuentran en las áreas rurales, es así que estas zonas brindan las condiciones favorables para que el sostenimiento de la demanda del sector primario de la economía sea apropiado según la creciente escala demográfica; uno de los escenarios que ha privilegiado el desarrollo de los procesos productivos es la disponibilidad de agua desde fases iniciales hasta la obtención del bien sea éste agrícola o pecuario.

Al respecto, Schirpke, Kohler, Leitinger, Fontana, Tasser y Tappeiner (2017) indican “que en tiempos pasados las áreas rurales fueron manejadas para la provisión de forraje, pero hoy en día su importancia para la provisión de agua como servicio ecosistémico es cada vez más reconocido” (p.79), este planteamiento evidencia la transformación que han venido presentando lo que socialmente se denomina el campo, sin restar importancia a que actualmente se continua en el contexto de la productividad primaria y que a lo largo del tiempo se requiere garantizar bienes agropecuarios en los mercados.

Las acciones concernientes con uso del suelo, aprovechamiento de zonas boscosas y demás procedimientos involucrados en el marco de la producción agropecuaria deben priorizar el uso racional del recurso hídrico, porque es éste el que posibilita el llevarse a cabo todos los procesos que hacen parte de la productividad en las zonas rurales.

El análisis del servicio ecosistémico hídrico es un escenario que a nivel de la ruralidad puede no ser desconocido, ya que la disponibilidad de agua para el productor es una situación que constantemente afronta ante el contexto real de sistemas agropecuarios que demandan de este recurso para su funcionalidad, en este sentido se ha identificado que “en muchas partes del mundo, la intensificación de la agricultura ya ha resultado en pérdidas de biodiversidad que amenazan la prestación de los servicios de los ecosistemas” (Landis, 2017, p.3).

Bajo este planteamiento, es importante referenciar que aunque el interés del productor puede centrarse en escalar sobre altos niveles de producción, las condiciones propias de las áreas rurales presionan y/o ponen límites hacia el acelerado sistema agropecuario; pero es de notar que ante la realización de prácticas afines con la producción primaria se genera deterioro

paulatino sobre los servicios ecosistémicos, siendo esta degradación en algunos casos proporcional al grado de intervención que el productor realiza sobre el medio ecológico, y/o en otros presentando efectos acumulativos en la calidad de los recursos naturales que se utilizan como base para las actividades propias del predio rural.

El análisis del contexto agropecuario y el servicio ecosistémico hídrico es complejo e involucra interpretar la perspectiva del productor en términos del beneficio económico que obtiene por la producción, el uso de los servicios que brinda el ecosistema en especial el agua, la responsabilidad en la conservación de los ecosistemas y todo un conjunto de situaciones que confrontan a las comunidades rurales hacia la necesidad de satisfacer sus necesidades de alimento, vivienda, entre otras y la urgente importancia de tomar acciones en pro de controlar la evidente escasez de recursos como el agua, que pone en riesgo la dinámica productiva de la cual los mismos productores son dependientes. En este sentido, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y Programa Naciones Unidas para el Desarrollo (2014) afirma lo siguiente:

el sector agropecuario se manifiesta de manera muy evidente las funciones asociadas al servicio ecosistémico hídrico como la provisión de agua; en el País se abastecen de este servicio para diferentes cultivos alrededor de 24.031 familias, por lo tanto la regulación de la disponibilidad de agua superficial tiene un valor asociado a usos económicos que demuestran la contribución del agua a la economía nacional (p.10).

Este referente precisa, el aporte de un recurso que es empleado mayoritariamente sin costo por parte del productor para llevar a cabo toda la cadena productiva de múltiples sistemas agropecuarios que diversifican los mercados Colombianos, siendo este planteamiento un argumento base para analizar con mayor profundidad el valor económico que representa el servicio ecosistémico hídrico para el renglón agrícola y pecuario del país.

1.4 Valoración Económica de los Servicios Ecosistémicos

La valoración económica frente a los servicios que brindan los ecosistemas se ha convertido en un tema controversial, que involucra panoramas críticos como es la posición social del uso de todos los beneficios ecosistémicos bajo un contexto de gratuidad, la perspectiva de los predios rurales en términos de propiedad privada y por ende la apropiación de las

funciones ecológicas que se desarrollan en el entorno de cualquier área rural; estos escenarios han fragmentado los roles y opiniones de la sociedad en relación con los bienes y servicios que ofertan los ecosistemas, más aún sin tener en cuenta que en el disfrute de los recursos naturales prima la colectividad sobre la individualidad.

Pan, Marsahall y Maltby (2016) afirman que “la valoración ayuda a los tomadores de decisiones a priorizar los servicios ecosistémicos en el marco de la protección y los incentiva a considerar el uso sostenible de los servicios del ecosistema” (p.1), el contexto de la racionalidad en la utilización de los ecosistemas es la perspectiva imparcial sobre la cual se debe consolidar la valoración de los servicios mencionados.

En este sentido, es relevante aclarar que “los pagos por servicios ecosistémicos adoptan incentivos como estrategias para conservar o restaurar los ecosistemas y ofrecen posibles soluciones para prevenir la degradación de los recursos hídricos y los ecosistemas relacionados” (Taffarello, Calijuri, Gorne, Marengo y Mendiondo, 2017, p.1), es así que la valoración económica bajo una forma de pago en términos muy prácticos se focaliza en aplicar acciones pertinentes hacia la prevención, mitigación, corrección y/o compensación de los componentes bióticos y/o abióticos que se afectan por el aprovechamiento que el ser humano realiza del ecosistema en pro de la satisfacción de necesidades básicas como es el consumo humano.

La constante intervención del factor antrópico, en los ecosistemas ha hecho vulnerable la capacidad del mismo para mantener en el tiempo la disponibilidad de bienes y servicios que regulan las condiciones ambientales del entorno como el clima y aprovisionan a la sociedad de recursos necesarios para la vida como el agua.

Por esta razón, “el pago por los servicios ecosistémicos ha evolucionado en las últimas décadas para convertirse en una forma efectiva de gestionar los recursos naturales y especialmente el agua dulce” (Matthews, 2016, p.101), el esquema de valor monetario responde precisamente a monitorear cómo el pago por un servicio influye en la continuidad de acciones habituales como el aprovechamiento sin ningún costo, la utilización sin control alguno y además las consecuencias de uso sin repercusión de manera evidente sobre la disponibilidad de bienes como el agua.

Santos de Lima, Krueger y García (2017) exponen que “los esquemas de pago por servicios ecosistémicos se han posicionado como una solución alternativa para la conservación” (p.139), en este análisis convergen múltiples factores que son aportes a la situación problemática y que para diferentes actores involucrados es hasta confusa. No obstante, es importante tener en cuenta que alrededor del esquema de pago deben confluír elementos que soporten la valoración económica de los servicios ecosistémicos, siendo relevante indicar que el resultado más apropiado de la aplicación de estos esquemas, debe evidenciar el autocontrol por parte de todos los beneficiarios frente a la racionalidad en el aprovechamiento del ecosistema.

Este contexto de interpretación enfocado en viabilizar la valoración de los servicios ecosistémicos es aún un proceso en construcción, ya que el riesgo de degradación de los ecosistemas se ha notado con mayor importancia en los tiempos actuales y, la implementación de medidas asociadas con pago por los servicios mencionados se proyectan como alternativas de solución a futuro en el marco de garantizar a las comunidades condiciones adecuadas para el sostenimiento de los procesos inherentes a los escenarios sociales y económicos de una región.

Bajo este planteamiento se evidencia que “la valoración monetaria en forma de pagos de los servicios ecosistémicos y el desarrollo de nuevos mercados para los servicios de los ecosistemas ha generado reconocimiento y una larga popularidad en los últimos años” (Raum, 2018, p.47).

Además de lo indicado, es relevante puntualizar que:

Los mecanismos de pago por servicios ecosistémicos en Colombia que se caracteriza por ser rico en recursos naturales, son herramientas para la conservación de ecosistemas que deben ser estudiadas más a fondo ya que están hechas para generar beneficios tanto para la naturaleza como para el ser humano (Rojas, 2014, p.76).

Este planteamiento evidencia que la valoración económica en escenarios a escala nacional ha sido aplicada como un proceso aún incipiente; ya que por parte de la sociedad no se asumen roles favorables que coadyuven en la gestión de los servicios que brindan los ecosistemas, siendo éstos los que aportan de manera fundamental para la ejecución de

actividades afines con procesos productivos a través del suministro de diversas materias primas que son base para la economía del país.

2. Capítulo: Planteamiento del Problema

2.1 Formulación del problema

El análisis de los servicios ecosistémicos se contextualiza en los llamados “beneficios que la humanidad obtiene de los ecosistemas” (Villamagua, 2017, p. 103). A través de ellos, se desarrollan actividades productivas que permiten la consecución de recursos para el grupo social y la unidad territorial con la cual se interactúa.

Al ser importante el aprovechamiento que las comunidades realizan de dichos servicios, se identifica que la tipología de los mismos representa múltiples valores agregados. De ahí deriva la tipología de los servicios ecosistémicos en abastecimiento (alimentos, agua); regulación (ciclo de nutrientes y del clima); soporte (provisión de hábitat) y cultural (recreación y educación ambiental) (Felipe, 2015). Se evidencia que ante esta diversidad de beneficios tanto directos como indirectos, la sociedad articula los procesos productivos a la oferta ecológica y así se generan esquemas de uso de los ecosistemas, como base para mantener cadenas de producción que permiten suplir las necesidades socio-económicas de los territorios.

En el marco de los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento, el suministro de agua representa una función de vital importancia para el bienestar social. Este recurso agrupa diferentes usos (consumo humano, actividades domésticas, producción agrícola-pecuaria). Por lo cual, el servicio ecosistémico asociado al recurso hídrico se entiende como aquel derivado de la función ecológica que genera beneficio a la comunidad en términos de la regulación hídrica para permitir el suministro de agua a las regiones (Minaverri, 2017)

En el contexto rural este beneficio es apropiado en actividades propias de ese entorno. Ellas son la producción agrícola y pecuaria, que inmiscuye el consumo humano fundamentado en la dinámica de los grupos sociales que pueblan estas áreas. También el uso de este servicio bajo el escenario indicado, implica tener en cuenta que la perspectiva de las comunidades. Ella incide en el aprovechamiento que a su vez propende por un mínimo deterioro del recurso. Dadas las condiciones y requerimientos, se justifica el acceso al agua sin considerar que dependen de las prácticas de conservación de las fuentes hídricas.

En el Huila los servicios ecosistémicos realizan un gran aporte hídrico que soporta los procesos productivos (Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, 2018). Todo esto demuestra que en el marco del suministro de agua se erigen las actividades que estructuran la producción, y por ende, la dinámica económica sobre la cual las comunidades dinamizan sus entornos. A raíz de esto, en el grupo asociativo ASOENSAY, localizado en la Vereda San Isidro, y privilegiando su variable productiva y el medio ecosistémico con el que interactúan, se identifica como una prioridad la oferta hídrica para desarrollar las actividades que demandan de este recurso.

Lo planteado conlleva a que los frecuentes requerimientos de agua incrementan la probabilidad desfavorable asociada a la disminución en la disponibilidad del recurso. En términos de calidad y cantidad, además de efectos negativos en los componentes bióticos y abióticos, interactúan para formar toda una red de servicios ecosistémicos que se encuentran alrededor de las fuentes hídricas.

Aunado con lo anterior,

se encuentra que en el municipio de Campoalegre la preservación de los recursos naturales que proveen los servicios ecosistémicos se establece a través de la zonificación, la cual ubica la vereda san isidro como una zona con restricciones medias donde la explotación de su entorno natural a través de actividades agropecuarias debe realizarse bajo prácticas apropiadas que prevengan su deterioro (Alcaldía de Campoalegre-Huila, 2016, p.131).

De esta manera, se especifica en el área de estudio los riesgos que se ciernen a los servicios ecosistémicos por las actividades productivas. Estas, al ser necesarias para la economía de la región y dependientes de los beneficios que ofertan los ecosistemas, son determinantes para la producción agropecuaria, y generan afectaciones en el bienestar social.

2.2 Pregunta de Investigación

¿Cuál es el modelo de pago para el servicio ecosistémico de abastecimiento hídrico que permitiría mantener la disponibilidad de agua en los sistemas productivos del grupo asociativo ASOENSAY?

Dada la prioridad en el análisis en los procesos de compensación que promuevan la conservación del recurso con destino a las actividades requeridas por la sociedad, se tiene en cuenta para la determinación del modelo de pago las características que registra el agua y que favorece su uso en los sistemas productivos. También las condiciones socio-económicas de la población objetivo inciden en el involucramiento de los productores y su valoración del servicio ecosistémico. Ahí radica la importancia en la participación de los procesos que permitan identificar y aplicar estrategias de pago, como mecanismo para potencializar usos racionales, minimizar focos de degradación del recurso hídrico y así contribuir en la preservación del agua.

2.3 Objetivos

2.3.1 Objetivo General

Determinar el modelo de pago por el servicio ecosistémico hídrico para garantizar la conservación y disponibilidad en los sistemas productivos de la Asociación de Productores del municipio de Campoalegre-Huila.

2.3.2 Objetivos Específicos

- Diagnosticar la oferta y demanda hídrica con relación en el uso del recurso para los procesos productivos en las fincas que conforman la asociación de productores.

- Establecer la valoración económica por abastecimiento del recurso hídrico a los usuarios directos e indirectos del agua en el marco de las actividades productivas.

- Proponer un esquema participativo mediante el cual los beneficiarios y oferentes prioricen los procesos que permitan mantener el servicio ecosistémico hídrico para la utilización en los procesos productivos de las fincas.

2.4 Justificación

La disponibilidad de los servicios ecosistémicos permite que actividades básicas de las áreas rurales como son la producción pecuaria y agrícola, además del escenario doméstico, se puedan desarrollar en servicios, dadas las condiciones de conservación que presentan los entornos boscosos circundantes a los sitios en los que las comunidades realizan sus actividades productivas. Por esta razón, es importante valorar los recursos que hacen parte del ambiente.

La valoración intenta asignar valores cuantitativos a los bienes y servicios proporcionados por recursos ambientales, independientemente de si existen o no precios de mercado que ayuden a dicha valoración (Félix, 2018).

En este orden de ideas, reviste especial atención el proceso de valoración económica del agua en el marco de los usos que realizan las comunidades de ésta. En el contexto rural, al carecer de una regulación específica que valide características de calidad y consumos de agua, el uso de este recurso se convierte en un proceso de libre acceso en el que los grupos sociales tienden a generar apropiaciones de uso del agua. La oferta del recurso se presenta en aquellos sitios donde existen afloraciones de agua o las redes hídricas propias de un territorio confluyen en el área predial.

De esta manera, la valoración de este servicio ecosistémico permite comprender que las condiciones rurales frente al uso de estos servicios generan complejos escenarios que involucran tanto la perspectiva de las comunidades frente al uso de estos servicios, como los efectos que se genera sobre los ecosistemas. El usufructo de los beneficios, sin aplicar prácticas de conservación, comporta enormes riesgos.

Este planteamiento es relevante para el servicio ecosistémico de abastecimiento hídrico, por los riesgos que representa el empleo de fuentes hídricas para suplir requerimientos antrópicos. En un contexto carente de medidas que prevengan, mitiguen o corrijan, el deterioro se presenta por la explotación de los recursos naturales sin control alguno.

En Colombia, la provisión de agua es el servicio ecosistémico más importante para el manejo agropecuario. Este servicio se afecta negativamente por la poca protección de zonas de recarga hídrica (Andrade, Segura y Sierra, 2017). Esto demuestra la urgencia de implementar

estrategias enfocadas en la protección del agua, ya que los procesos productivos son necesarios para mantener la dinámica del renglón primario de la economía nacional.

Todo lo anterior facilita la implementación de medidas que permitan reconocer el valor del agua bajo los múltiples usos que las comunidades realizan de este recurso. Por esto es necesario priorizar el desarrollo de una cultura que promueva el pago por el agua en particular para procesos productivos del sector agropecuario (Departamento Nacional de Planeación, 2014).

Este enfoque es un componente importante en la valoración del recurso hídrico, puesto que las actividades antrópicas han potencializado el deterioro del agua y por ende es prioritario el análisis de los cambios que presenta la disponibilidad del recurso para procesos del área agropecuaria.

En este sentido, es relevante indicar que el deterioro del recurso en mención se presenta como resultado de la demanda creciente en cantidad y calidad en el marco de los procesos productivos descritos. Para ello es indispensable considerar que la oferta del agua es limitada por los efectos de las actividades socio-económicas sobre los elementos del ambiente en el tiempo.

Es así, que el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andreis (INVEMAR), Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (SINCHI), Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico John Von Neumann (IIAP) e Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), (2016) indican que la afectación al servicio ecosistémico hídrico proviene de las actividades productivas del hombre como es la agricultura.

Por esta razón es necesario tomar medidas oportunas, que permitan racionalizar la utilización del recurso hídrico ante el contexto de la variedad de usos en los cuales el agua es fundamental. Además, que el escenario nacional a manera de diagnósticos muestra no sólo la degradación paulatina de la cual es objeto el recurso hídrico, sino la necesidad de implementar acciones que contrarresten los efectos que ya son visibles en los mismos entornos habitados por las comunidades.

Por esta razón, y a nivel local de la presente investigación la Alcaldía Municipal de Campoalegre Huila (2016) refiere en su Plan de Desarrollo 2016-2019 la importancia de proyectos que se relacionen con ejes del Plan Huila 2050 como son gestión inteligente del recurso hídrico en el marco de la biodiversidad y servicios ecosistémicos, generándose así validez institucional en los escenarios del municipio donde es importante los procesos de valoración de los ecosistemas, por el aporte en términos de bienes y servicios ofertados a la comunidad.

De esta manera, se evidencia la importancia de desarrollar procesos que permitan contrarrestar los efectos del deterioro y alteración. En ellos es susceptible el servicio ecosistémico de abastecimiento hídrico, para lo cual García (2018) expresa que el pago por servicios ecosistémicos hídricos integra el mejoramiento de las condiciones de vida de las comunidades, puesto que las acciones de conservación del agua son el camino hacia fortalecimiento y la compatibilidad de los ecosistemas con los sistemas productivos.

Bajo este planteamiento, en las fincas de la Asociación de Productores se proyecta aplicar procedimientos concernientes a la valoración del agua como servicio ecosistémico. En el marco de los procesos productivos, y considerando los escenarios desfavorables que enfrenta el recurso, el deterioro paulatino debe ser un vector axial. Los requerimientos del agua en términos de cantidad y calidad para las actividades del predio y la participación social, son criterios para el empleo del recurso hídrico.

La valoración se enmarca en la compensación que los oferentes reciben de los demandantes del agua, de acuerdo con los usos que éste realiza del recurso y de los escenarios bajo los cuales lo adquiere. En este caso, la relación oferta-demanda referencia el establecimiento de acuerdos entre los actores involucrados en el aprovechamiento del servicio ecosistémico hídrico. Los beneficios que puedan aportar en el sostenimiento de recurso, integran la dinámica productiva de las fincas involucradas en la Asociación de Productores de Campoalegre-Huila.

2.5 Metodología

2.5.1 Municipio de Campoalegre

El municipio de Campoalegre presenta una extensión en área urbana de 250 km² y rural de 411 km² aproximadamente y está ubicado en el centro del Departamento del Huila, con localización geográfica correspondiente a 2°41'20'' de latitud norte y 75°14'33'' de longitud occidental; la altura promedio es de 525 m.s.n.m. (metros sobre el nivel del mar) y debido a la orografía del terreno cuenta con climas que van desde frío hasta cálido, la temperatura media anual es de 27°C y su precipitación media anual es de 1254 milímetros. Sus límites geográficos son al norte con el Municipio de Rivera, al sur con Hobo y Algeciras, al oriente con Algeciras y al occidente con Yaguará y Palermo (Alcaldía de Campoalegre-Huila, 2019, p.1).

Campoalegre ha generado un desarrollo socio-económico en el área urbana focalizado en prácticas propias del sector terciario de la economía, que se dinamizan gracias a la conectividad geográfica intermedia de éste con otros municipios cercanos como Rivera y Hobo, además de las actividades comerciales hacía el sur del Huila y en general del país. En la zona rural, se desarrollan todos los procesos pertinentes al renglón primario que permiten suplir la demanda de productos perecederos por parte de la población campoalegruna y, sostener parte de la dinámica comercial que se presenta con otros grupos sociales caracterizados como visitantes.

El municipio está asentado sobre el valle del Río Magdalena y las estribaciones de la cordillera Oriental, por lo que hace parte de la región Andina, concretamente situado en el valle del alto Magdalena, en el flanco occidental de la cordillera Oriental. La topografía está caracterizada por áreas montañosas y zonas planas en los valles de los Ríos Magdalena y Neiva (Alcaldía Municipal de Campoalegre-Huila. Op. cit., p.42).

Las condiciones de localización hacen de Campoalegre un territorio donde las aptitudes de uso para el desarrollo productivo son variables, por lo cual la planeación territorial es la que facilita que la oferta biofísica pueda ser aprovechada en el marco equitativo de los recursos ambientales disponibles resultado de las configuraciones geográficas. También, se potencializa para el municipio la favorabilidad hídrica que además de abastecer el consumo

humano, se generan las condiciones para hacer de este recurso una fuente en la viabilidad de todos los procesos productivos que confluyen en el desarrollo económico de una región.

2.5.2 Vereda San Isidro

En el área rural, las características biofísicas indicadas permiten que se destaquen ecosistemas fundamentales para la estructuración de límites veredales, siendo éstos los que conforman territorios sobre los cuales se desarrollan dimensiones socioeconómicas como asentamientos humanos y prácticas productivas, que son el referente para la estructuración de divisiones territoriales. De esta manera, en la división político administrativa del municipio se establecen 38 veredas dentro de las cuales se encuentra San Isidro (Gutiérrez, 2012), que es la zona donde se ubican los predios y puntos de muestreo base para la obtención de la información primaria analizada en esta investigación. Figura 1.

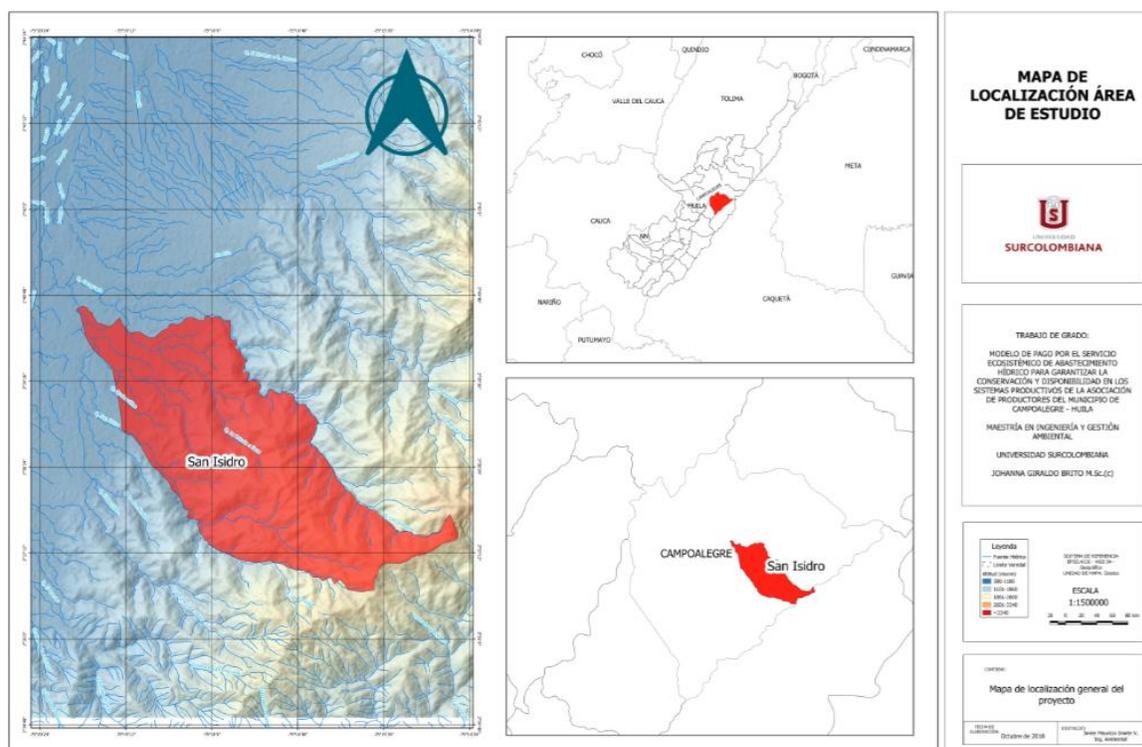


Figura 1. Ubicación Geográfica de la Vereda San Isidro.

La vereda mencionada oscila en términos altitudinales entre 1.000-2.050 m.s.n.m., presentándose zonas de vida correspondiente con Bosque Seco Tropical, Bosque Húmedo Premontano y Bosque muy Húmedo Premontano (Alcaldía de Campoalegre-Huila, 2015),

esta descripción ecosistémica permite establecer en el área de estudio como los diferentes factores bióticos, abióticos y antrópicos le generan particularidades frente a cada uno de los escenarios prediales que conforman el espacio geográfico denominado San Isidro.

San Isidro se caracteriza por presentar un relieve fuertemente quebrado, con pendientes de 25-50% donde se cultiva café con sombrero, frutales, plátano, pastos de corte, caña extensiva y prácticas de ganadería extensiva (Gutiérrez. Op. cit.); este aprovechamiento de la vereda está dado por los atributos que conforman el sistema natural y que aunado con las prácticas antrópicas que modifican algunas características del suelo, confluyen en la adaptación del medio para lograr el establecimiento de procesos productivos como los mencionados, que constituyen la base sobre la cual se estructura el poblamiento de la vereda.

2.5.3 Sistemas Productivos

En el contexto rural, la Alcaldía de Campoalegre-Huila. Op. cit., indica que las actividades productivas primarias de la vereda San Isidro corresponden con mosaico de cultivos como cacao, caña panelera, frutales, maíz, piscicultura y ganadería; sobre estas prácticas agropecuarias se basa la economía que le permite a los productores de la zona comercializar diversos productos, obteniendo recursos que les facilita mantener los sistemas productivos y administrar el territorio en el marco de una oferta-demanda, materializada en los sectores económicos de mayor impacto para el municipio.

En la vereda se localiza el grupo asociativo ASOENSAY, el cual reúne doce predios que funcionan en pro de ejecutar proyectos que les permita mejorar condiciones como infraestructura asociadas tanto a la tecnificación de sistemas productivos como a los de las viviendas; para el escenario productivo ASOENSAY requiere del aprovechamiento de los beneficios que brinda el entorno, siendo fundamental el disponer de recursos naturales como el agua para garantizar que la cadena agrícola y pecuaria funcione apropiadamente, dado que la dinámica productiva del área rural brinda soporte al comercio del área urbana del municipio.

2.5.4 Red Hídrica

Para la vereda San Isidro se identifica que las quebradas San Isidro y Seca son las que ofertan agua según el contexto territorial (Alcaldía de Campoalegre-Huila. Op. cit), y los usos más

reiterativos de estas fuentes hídricas son el riego para cultivos y abastecimiento para acueductos del municipio de campoalegre como son Sardinata, Río Frío, Caraguaja y Otás (Alcaldía Municipal de Campoalegre-Huila. Op, cit).

Sobre estas dos fuentes se llevan a cabo todas las actividades que requieren del recurso, destacando la significativa demanda por parte de los sistemas productivos. Para la vereda, esta oferta hídrica representa limitaciones dado que existen factores climatológicos y de crecimiento demográfico que inciden desfavorablemente en la cantidad y calidad de agua que se dispone para los usos de la zona.

En esta investigación se incluyen otros puntos hídricos que debido a que se caracterizan por ser cursos de agua pequeños y poco profundos, no se referencian cartográficamente como sitios de abastecimiento por parte de actores institucionales y, por ende, no se visibilizan a escala de información municipal, pero que para los productores de la vereda representa vital importancia por ser dichos puntos la oferta hídrica de la cual disponen para las actividades afines con el contexto social y productivo en el que se encuentra la población objeto de estudio.

2.6 Diseño Metodológico

2.6.1 Población y Muestra

La investigación tuvo como área de influencia directa los puntos hídricos de los cuales se abastecen los productores que pertenecen al grupo asociativo ASOENSAY, de la vereda San Isidro Municipio de Campoalegre, departamento de Huila (Tabla 1 y Figura 2). La selección de los sitios se realizó teniendo en cuenta que en los predios las actividades con mayor relevancia son la producción agropecuaria seguido por la doméstica, lo cual referencia el requerimiento significativo de agua para el mantenimiento de los sistemas productivos y el uso directo en acciones propias de la vivienda.

Tabla 1. *Puntos de Muestreo en el Grupo Asociativo ASOENSAY*

<u>Punto de Muestreo</u>	<u>Coordenadas Geográficas</u>	<u>Altitud (m.s.n.m)</u>	<u>Predio Abastecido</u>
PM1	2°38.398'N 75°16.910' OE	1350	P13
PM2	2°37.166'N 75°15.760'OE	1925	P14-P16
PM3	2°63.704' N	1524	P15

PM4	75°27.887' OE 2°38.247' N	1523	P13-P17
PM5	75°16.768' OE 2°38.029' N	1480	P1
PM6	75°17.180' OE 2°37.784' N	1412	P22
PM7	75°17.259' OE 2°37.467' N	1719	P5-P21
PM8	75°16.678' OE 2°37.692' N	2127	P14-P19-P20
PM9	75°14.425' OE 2°36.983' N	1892	P4-P7-P18
PM10	75°16.143' OE 2°36.833' N	1747	P3-P6
PM11	75°16.487' OE 2°37.005' N	1860	P2-P8-P9-P10-P11-P12
PM12	75°16.164' OE 2°37.665' N 75°17.446' OE	1331	P22

En la figura 2 se presenta la localización de los puntos de muestreo en la vereda San Isidro.

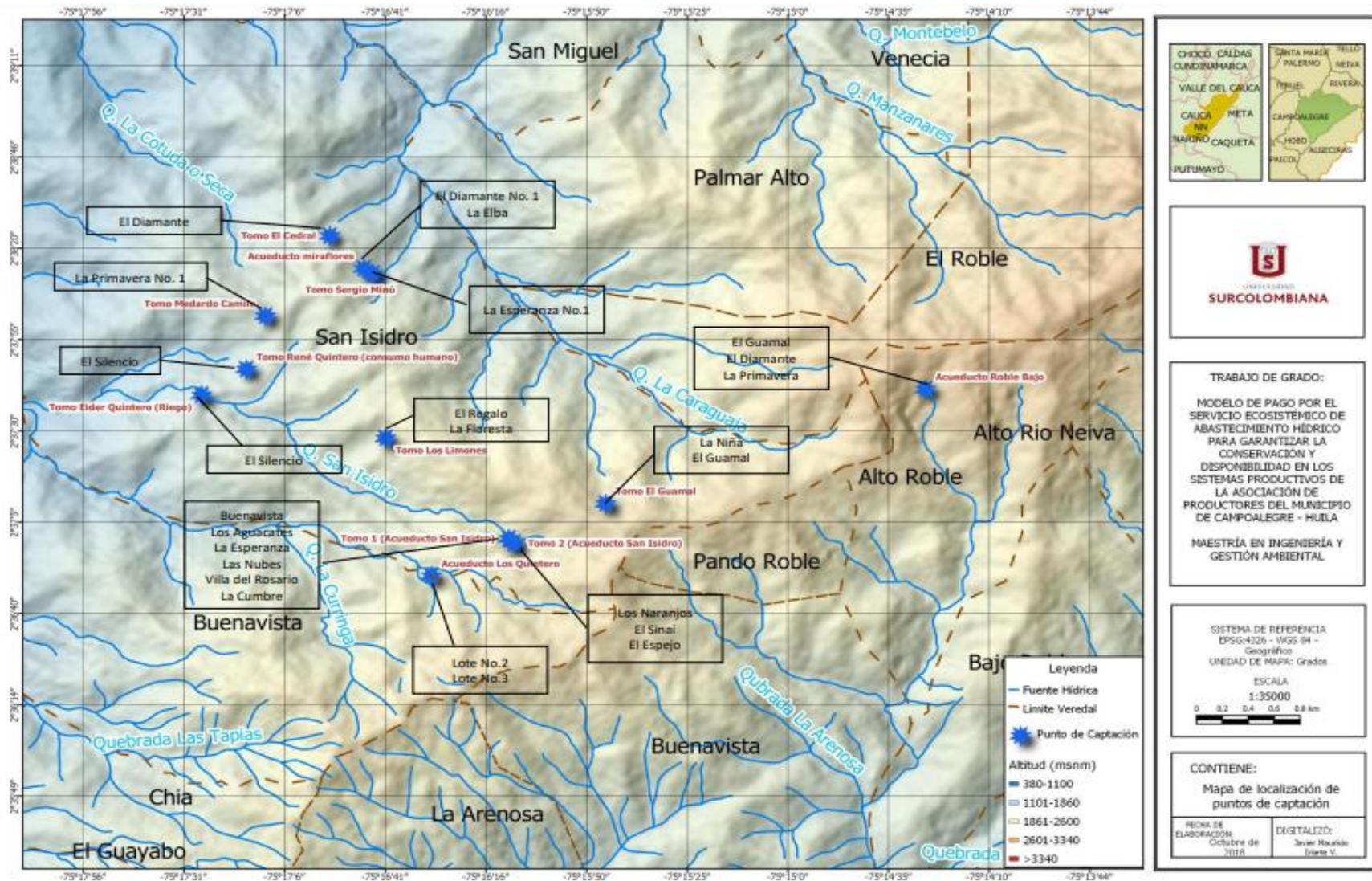


Figura 2. Estaciones de Muestreo y Predios Abastecidos en el Área de Estudio.

Con base en lo indicado, la muestra seleccionada incluyó todos los productores pertenecientes al grupo asociativo, para este caso correspondió a veintidós, de los cuales un 4% (P22) utiliza dos puntos independientes de abastecimiento, el 8% (P13-P14) surten este requerimiento a través de un tomo tipo arroyo y otro caracterizado como acueducto veredal de manera simultánea, el 20% (P1-P5-P15-P16-P21) utilizan tomo de manera independiente y, los restantes agrupan la demanda de agua en cuatro acueductos veredales que ofertan el recurso en el área de la siguiente manera: acueducto Miraflores suministra al 8% (P13-P17) de los predios, acueducto los Quintero al 8% (P3-P6), acueducto Roble Bajo al 12% (P14-P19-P20) y acueducto San Isidro al 40% (P2-P4-P7-P8-P9-P10-P11-P12-P18).

De esta manera, las veintidós fincas son abastecidas de agua por doce quebradas y/o arroyos que fueron los sitios muestreados en términos de caracterización hídrica. El muestreo de la totalidad de la población permitió visibilizar los factores que inciden en la relación oferta-demanda de agua, bajo un contexto específico como es la dinámica productiva en la vereda San Isidro.

2.6.2 Tipo de Investigación

La investigación se desarrolló bajo un análisis cuantitativo que permitió valorar el recurso hídrico en términos oferente y demandante, siendo clave los requerimientos propios de los sistemas productivos y la dinámica domiciliaria de la finca. De esta manera, se establecieron variables como el consumo, índices de calidad, índices de contaminación y usos establecidos en el predio frente a la disponibilidad del agua; este análisis generó la identificación de roles comunitarios e institucionales para la implementación de prácticas que coadyuven en la conservación del recurso, como una estrategia fundamental para garantizar agua en el tiempo bajo condiciones que permitan su uso en la dinámica rural.

Este ejercicio fue de tipo descriptivo y explicativo, en la medida que, con base en la información primaria recolectada en campo se establecieron características físico-químicas y microbiológicas que dieron a conocer generalidades del recurso hídrico, teniendo como referencia su validación a través de información secundaria. Siendo ésta, base para los procedimientos de valoración económica del agua que permitieron categorizar los predios

según las condiciones de calidad que presentó el recurso hídrico del cual se abastecían y, las prácticas que demandaban consumos del recurso.

Seguidamente, se argumentó la posición que asume el productor frente a la manera como los beneficiarios u oferentes, deben generar e implementar mecanismos para retribuir al ecosistema los beneficios que éste brinda y, que son aprovechados directa e indirectamente por los actores sociales en las diferentes actividades llevadas a cabo en el entorno de las fincas.

Según lo descrito, es relevante aclarar que ante lo estipulado en el anteproyecto y lo ejecutado en campo en términos de procedimientos a llevarse a cabo, se presentaron algunos cambios debido principalmente a que a través de un solo instrumento de recolección de información como fue la encuesta, se permitió obtener todos los datos cualitativos y cuantitativos sobre los cuales se desarrolló la investigación. Este instrumento se estructuró en cuatro secciones que abordaron ordenadamente la fase diagnóstica, de valoración hídrica y propuesta de sostenibilidad del recurso hídrico, teniendo en cuenta las directrices suministradas por los productores durante inspecciones en cada una de las fincas, previo al proceso de recolección de datos pertinentes a la investigación.

Adicionalmente, para la etapa de valoración es importante indicar que el procedimiento econométrico concerniente al desarrollo de la ecuación hedónica y las herramientas relacionadas con el análisis de los datos no se realizó, dado que el área de estudio involucró doce puntos de muestreo a partir de los cuales la confiabilidad de los resultados frente a los ejercicios indicados sería mínima.

En la etapa de propuesta comunitaria, las técnicas referenciadas se abordaron indirectamente en la estructuración del modelo de valoración ya que, la información utilizada para este proceso fue la suministrada por la población objetivo en la sección IV correspondiente con análisis de la comunidad y propuesta para conservación de agua de la encuesta empleada en esta investigación (Anexo 1).

2.6.3 Diagnóstico

Se utilizó la técnica de población, bajo la cual se seleccionaron todos los predios que conforman el grupo asociativo, teniendo en cuenta que en esta zona de estudio confluyen

áreas que permitieron caracterizar propiedades con disponibilidad hídrica directa e indirecta y los respectivos usos sobre los cuales se distribuye el agua en el sitio, quebradas con similitudes en índices de caudal y parámetros físico-químicos-microbiológicos y sistemas productivos de predios oferentes y demandantes de agua.

Para la recolección de información, se aplicó el instrumento tipo encuesta (Anexo 1) bajo formato estructurado que contempló preguntas de diferentes categorías (abiertas, cerradas, opción múltiple) a cada uno de los representantes por núcleo familiar ante el grupo de productores. Para el ejercicio de campo, se contó con apoyo de actores comunitarios que facilitaron el reconocimiento de los cuerpos de agua que abastece la población, y se registraron datos cualitativos y cuantitativos que permitieron caracterizar los sitios que fueron objeto del muestreo de calidad de agua.

Para la caracterización de los puntos hídricos de los cuales se abastecen los productores, se llevó a cabo un proceso de toma de muestras y medición in-situ de parámetros físicos, químicos y microbiológicos (Anexo 2) ejecutado por parte del laboratorio Agualimsu S.A.S. El cual se ejecutó con el acompañamiento de la población objetivo debido que se requirió del conocimiento de los habitantes de la zona para poder acceder a los puntos y, además de apoyar actividades precisas como los registros en campo de aquellos parámetros tomados directamente en el sitio y, de los procedimientos necesarios para los que requirieron ser almacenados y transportados para el posterior análisis en laboratorio (Figura 3-4).



Figura 3. Apoyo de la comunidad en el muestreo de agua.



Figura 4. Procedimientos en campo.

Con la información obtenida del muestreo en las fuentes hídricas, se hallaron índices de calidad y de contaminación que según la O.N.G Servicios Ambientales de Caldas (2015) se conocen como:

una herramienta que facilita la valoración de la calidad del agua, ya que un índice es un único número que expresa la calidad de la fuente, integrando los valores de ciertos parámetros en una expresión simple, cuyo resultado permite clasificar la condición de la fuente (p.31).

Para el índice de calidad general -ICG- se determinaron los parámetros físico-químicos y microbiológicos y, con base en los resultados del muestreo correspondiente a estas variables se determinaron los valores de calidad a través de “las curvas de calidad que representan la escala de calificación para cada indicador estableciendo correlación entre los diferentes parámetros y su influencia en el grado de calidad” (Quiroz, Izquierdo y Menéndez, 2017. p. 44).

Los índices de contaminación aplicados fueron seleccionados según lo expresado por Rodríguez, Serna y Sánchez (2016):

el índice de contaminación por mineralización (ICOMI), índice de contaminación por materia orgánica (ICOMO), índice de contaminación por sólidos suspendidos

(ICOSUS) e índice de contaminación trófico (ICOTRO) conforman un análisis de los componentes principales que complementan la calidad del agua (p.163).

Para el cálculo del índice se seleccionó la ecuación que permita relacionar el valor de la variable y su incidencia en la contaminación y, posteriormente se asignaron los valores de contaminación entre cero y uno en la escala de las variables. Para este proceso se aplicaron las expresiones matemáticas desarrolladas por Ramírez, Restrepo y Viña (1997).

Para la sistematización de la información, se emplearon tablas, gráficos y figuras que permitieron consolidar la información numérica, alfanumérica y de procesos ejecutados en campo, para lo cual se utilizó el programa Microsoft Excel que facilitó la categorización de los datos, logrando evidenciar los predios y puntos muestreados sobre los cuales fue relevante tomar acciones, con referencia en la dinámica predial, productiva y de usos del agua.

2.6.4 Valoración Económica

Con referencia a información primaria del área de estudio relacionada con dinámica económica de la población, costos asociados al recurso hídrico y perspectiva de pago por uso del agua, se utilizó el método de valoración contingente porque es una herramienta que permite estimar los beneficios de bienes y servicios ambientales (Romo, Gómez, Recio, y Martínez, 2015); con la cual se facilitó identificar las múltiples actividades que la población logra ejecutar como resultado de la utilización del servicio ecosistémico de abastecimiento hídrico, y la estimación en términos de disponibilidad a pagar por parte de los beneficiarios del servicio en los predios que conforman el área de estudio.

La disponibilidad a pagar por el servicio de suministro hídrico por parte de un demandante a un oferente que dispone de manera directa del recurso, buscó indagar sobre el valor que asignan las personas por preferencias a bienes ambientales y recursos naturales que le suministran un grado de bienestar (Cayo, 2014).

Es así, que este análisis facilitó establecer una aproximación cuantitativa y cualitativa por los múltiples beneficios que las personas obtienen ante el uso del servicio ecosistémico hídrico en actividades afines a los sistemas productivos del predio, este ejercicio se realizó a través de un cuestionamiento directo a cada uno de los beneficiarios del recurso hídrico que involucró la dinámica económica de la población, costos económicos y perspectiva de pago

por uso del agua; estos ejes estructurantes de la encuesta facilitaron una posible asignación económica a destinarse para el pago por el servicio de abastecimiento hídrico.

De esta manera, se emplearon algunos lineamientos del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2018):

- 1) Descripción del área donde se encuentra el ecosistema relacionado al servicio ecosistémico
- 2) Descripción del estado actual del recurso

Estas directrices son las que coadyuvan en la disponibilidad de agua en cada uno de los puntos muestreados.

Con base en la oferta hídrica establecida y, siendo necesario estipular un costo aproximado por uso del agua bajo un esquema institucional, se utilizó el valor por m³ correspondiente a \$891,59 indicado por la empresa de acueducto, aseo y alcantarillado del municipio de Campoalegre (2018), el cual permitió determinar un valor referente asociado con la generación de los volúmenes de agua que requieren estar disponibles en las fincas, para suplir la demanda enmarcada en los usos identificados por esta investigación.

Aunado con lo anterior, se utilizó el método de precio hedónico bajo el cual se evaluaron los atributos del servicio (calidad y cantidad de agua), que permitieron explicar el precio potencial y discriminar la valoración que se le asignó a los productores desde su rol de beneficiario u oferente del servicio ecosistémico de abastecimiento hídrico. Castillo y Mora (2015) indican escenarios bajo los cuales se efectúa el método:

- 1) Identificación del atributo ambiental a valorar.
- 2) Selección de una variable que describa ese atributo.
- 3) Determinación de un conjunto de características estructurales que puedan afectar el precio del atributo

Con referencia en el soporte teórico se estableció el precio hedónico, teniendo en cuenta el contexto de las fincas y la información recolectada en campo. Correspondiendo al siguiente orden:

- 1) Oferta hídrica en cada punto de muestreo
- 2) Costo del sistema hídrico
- 3) Participación de la demanda sobre la oferta hídrica

2.6.5 Esquema participativo

A partir del diagnóstico de calidad de agua y el contexto social-productivo que estructuran los usos del servicio ecosistémico de abastecimiento hídrico del área de estudio, se llevó a cabo la determinación de un modelo que permitiera analizar la sostenibilidad del ecosistema hídrico, teniendo en cuenta acciones de tipo comunitarias e institucionales en torno a los escenarios que conforman el uso del agua en las fincas. De esta manera, se abordó lo planteado por Ramos, Holgado, Maya y Palacio, (2014):

los grupos sociales intervienen en la ejecución de actividades en doble sentido: por un lado, puede producirse la inversión que las personas realizan en su comunidad para satisfacer necesidades individuales y, por otro lado, el trabajo conjunto de sus integrantes que resulta en beneficios colectivos para la propia comunidad (p.139).

El procedimiento correspondió con la interpretación de la información concerniente a los componentes de disponibilidad de fuentes hídricas, análisis de la comunidad y propuesta para conservación de agua. Proceso que buscó identificar las variables involucradas en la oferta y demanda del servicio ecosistémico hídrico, teniendo en cuenta los escenarios que son comunes a la vereda como sistemas productivos y prácticas domésticas, que se realizan gracias a la disponibilidad de un recurso hídrico bajo unas características calidad y cantidad.

Los componentes indicados, permitieron estructurar la oferta y demanda hídrica en el área de estudio, teniendo como referente que el tamaño de la propiedad, los puntos de abastecimiento y los sistemas productivos modelan la percepción de los usuarios frente a las medidas de manejo que deben adoptarse para lograr un equilibrio entre oferta y demanda bajo un esquema de conservación del recurso hídrico.

El modelo se planteó desde la conceptualización que “el consumo de un período en particular depende de las expectativas de ingreso por toda la vida y no del ingreso del período actual” (Larraín y Sachs, 2002, p.415); para el contexto del servicio ecosistémico hídrico la disponibilidad de agua que los productores utilizan en la actualidad, es el resultado de las

prácticas de conservación que se han llevado a cabo a través de largos periodos de tiempo que conforman los denominados ciclos de vida. Con base en este referente, se tuvo en cuenta el modelo de ciclo de vida desarrollado por Franco Modigliani en 1988 que plantea la incidencia de las etapas de la vida en los comportamientos de las personas para mantener niveles de consumo; en la siguiente regresión se muestra el modelo de ciclo de vida:

$$C=c_1Yd + k_1W$$

Las variables planteadas relacionan la incidencia que tiene una acción sobre otra, condicionada por las etapas que agrupa un ciclo de vida y que generaran consecuencias en el tiempo. Bajo esta premisa, en el modelo se tuvo en cuenta que el consumo o uso del agua es una práctica constante y creciente, que se requiere mantener para dinamizar en este caso de estudio los sistemas productivos, se identificaron el conjunto de variables que tienen relación con la oferta y demanda de agua, siendo fundamental establecer acciones de manejo que se conviertan en el ahorro del sistema hídrico que en largo plazo reflejarán el ingreso que se tiene, es decir la disponibilidad de uso del recurso para las generaciones futuras.

Para diseñar el modelo de sostenibilidad del agua se tuvo en cuenta la información asociada con disponibilidad hídrica y demanda del recurso, a partir de la cual se identificaron las acciones propuestas por la población objetivo como elementos fundamentales para garantizar posibilidades de uso del agua a generaciones futuras.

En este contexto, las prácticas determinadas por los productores a través del instrumento de recolección de información utilizado, fueron involucradas en el modelo como medidas de manejo en términos de prevención, mitigación y compensación para equilibrar los escenarios de oferta y demanda.

3. Capítulo: Resultados y Discusión

3.1 Diagnóstico

3.1.1 Caracterización de los predios y sistemas productivos

Los predios que hacen parte del grupo asociativo ASOENSAY y su dinámica productiva son dependientes de la disponibilidad hídrica para llevar a cabo las prácticas tanto agropecuarias como domiciliarias. Por esta razón, en la identificación de las veintidós fincas que hacen parte del grupo se permitió evidenciar que, el uso del agua en un contexto de cantidad y calidad se estableció como el beneficio ecosistémico que sostiene los procesos productivos dinamizados por los actores sociales presentes en el área de estudio, que, para este caso, son cada una de las personas habitantes de las fincas.

En este sentido, el análisis de variables como tamaño del predio, tenencia, sistemas productivos, tipo de mano de obra empleada, habitantes por finca, procedencia de ingresos económicos y cuantificación de los mismos, facilitó determinar características de la población objetivo y del entorno rural que interfieren directamente sobre el contexto de valoración económica de un recurso como el agua, que es fundamental dado el requerimiento de éste para llevar a cabo las actividades propias del área de estudio.

Es importante resaltar que la información descrita en esta investigación fue suministrada por los productores de las fincas, quienes registraron un nivel educativo de dos personas con bachiller académico, nueve correspondiente a grado 5°, cinco a 3°, dos a 6°, uno a 4°, 8°, 10° y uno sin ningún grado.

La figura 5 permitió categorizar que el 45% (P1-P2-P8-P9-P10-P11-P12-P15-P18-P21) son fincas pequeñas, 32% (P7-P13-P14-P16-P19-P20-P22) medianas y 23% (P3-P4-P5-P6-P17) grandes teniendo en cuenta que el dato promedio en tamaño de los predios fue de 17 Ha; identificándose que con relación al número de personas por finca sólo el 9% (P3-P6) fueron los sitios con mayor tamaño donde la ocupación estuvo por debajo de 4 habitantes (dato promedio), mientras que los predios que conservaron habitantes entre 4-5 fueron el 55% (P1-P2-P5-P8-P9-P11-P13-P14-P15-P19-P20-P22).

Se presentaron escenarios particulares en el 19% de la zona investigada (P2-P11-P15-P18), puesto que confluyen en presentar alto número de personas en áreas reducidas frente a los resultados generales de estas variables.

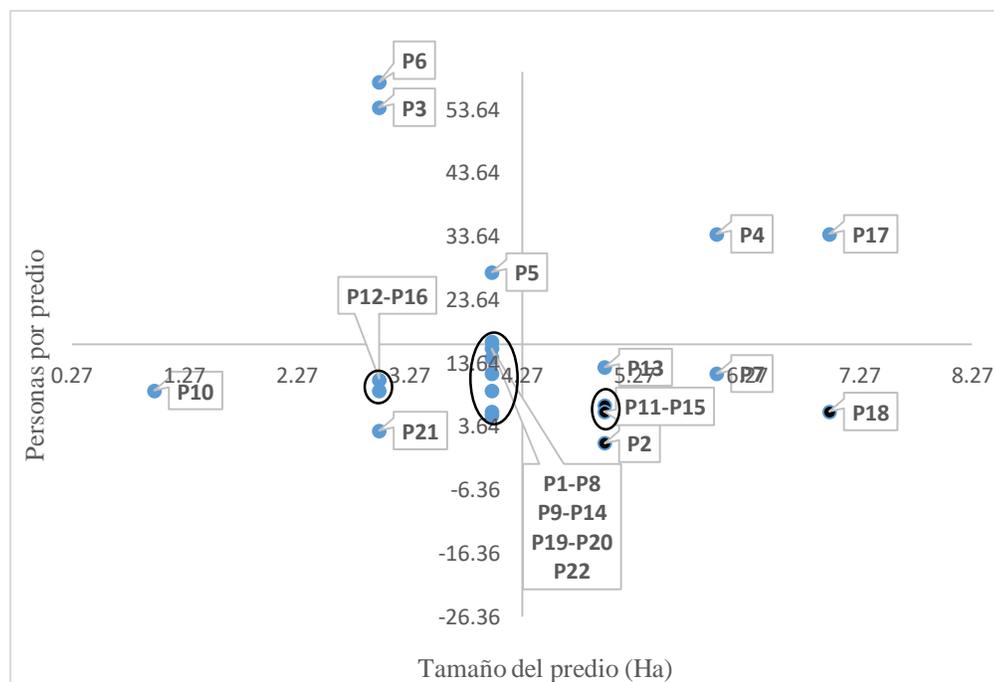


Figura 5. Escenario Predial.

Las variables descritas mostraron que las fincas correspondieron con tamaños que suelen calificarse como familiares, en los que la composición promedio del hogar según, dinámica latinoamericana coincidió con lo estipulado por Cienfuegos (2014) que fue de cuatro personas, evidenciando este contexto que son los integrantes del núcleo familiar quienes realizan el aprovechamiento de los recursos naturales en el marco de unos sistemas productivos establecidos. De este modo, se identificó que los ecosistemas circundantes propician el poder llevar a cabo múltiples actividades que hacen uso directo e indirecto de los beneficios que ofertan los servicios ecosistémicos existentes en cada uno de los predios investigados.

La figura 6 mostró que independiente del tamaño del predio, el área se distribuye en sistemas agrícolas y pecuarios, siendo unos más relevantes que otros; pues se estableció que en el 100% de la zona estudiada existe el cultivo de café con proporciones variables y que a nivel agrícola fue este sistema como el registrado de mayor importancia para el productor, destacando que en el 9% (P4-P14) fueron fincas que superaron las 45.000 plántulas de café,

mientras que el 45% (P7-P11-P12-P15-P16-P17-P18-P20-P21-P22) osciló entre 5.000-15.000.

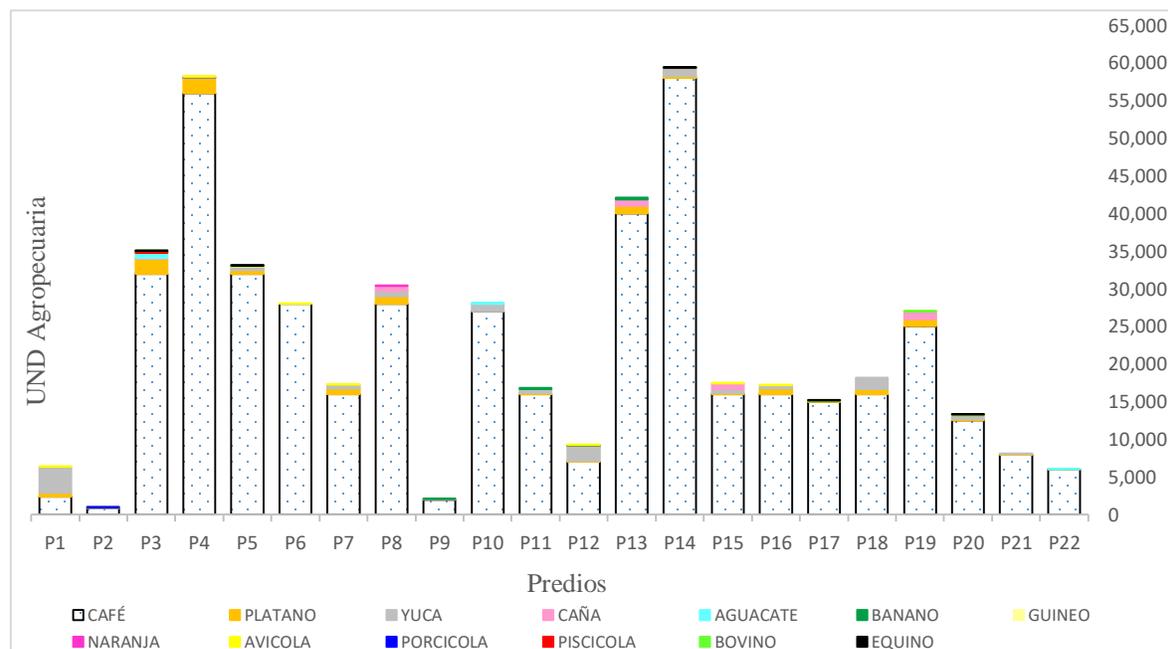


Figura 6. Sistemas Productivos.

Los cultivos de pancoger estuvieron presentes en todos los predios, pero en cantidades que no fueron tan significativas como el café, encontrándose que el 14% (P4-P8-P12) son predios donde en el sistema agrícola confluyen en menor escala la producción de frutales y otros cultivos que aportan en la canasta familiar como lo son plátano, yuca y aguacate. En términos pecuarios, el 36% de las fincas (P8-P9-P10-P11-P13-P18-P21-P22) no tienen estos sistemas y, en los predios donde se determinaron dichas prácticas la avicultura se destacó con un 64% (P1-P2-P3-P4-P5-P6-P7-P12-P14-P15-P16-P17-P19-P20) siendo variable el número de individuos y representar cantidades muy pequeña frente a los sistemas productivos agrícolas.

La dinámica de los sistemas productivos manifestó que la oferta de los recursos naturales es un potencial que los productores utilizan, para garantizar que las prácticas agropecuarias tal como se evidenciaron en la figura puedan mantenerse y así regular significativamente la economía del área de estudio; ante lo expresado Villanueva (2018) menciona que en Colombia la disponibilidad de tierra, suministro de agua y diversidad topográfica y climática son factores que determinan el desarrollo del sector agropecuario, a través de productos fundamentales como el café, plátano, frutales, ganadería doble propósito y avicultura.

Este planteamiento reivindica la importancia que representa la disponibilidad de agua para el desarrollo del sector agropecuario en el país, indicando tal y como se encontró en esta investigación que la caficultura es de gran importancia y que alrededor de este sistema se desarrollan otras prácticas afines, las cuales serían inviables si desde los diferentes predios no se generaran las condiciones necesarias para suplir los requerimientos hídricos que demandan estos sistemas productivos.

En la tabla 2 se agrupó información cualitativa asociada con los predios y sus respectivos sistemas productivos, identificando que en todas las fincas los productores son propietarios y en relación con los procesos que se realizan en las mismas se determinó que la mano de obra empleada con mayor representación es de tipo familiar y contratada correspondiente a un 50% (P2-P7-P11-P12-P13-P15-P16-P17-P18-P19-P20).

Con base en lo indicado, se identificó que la procedencia de ingresos es el resultado de la producción agropecuaria en un 95% de las propiedades, a excepción de P12 donde el trabajo por jornal es fundamental, dado este contexto la cuantía de ingresos económicos para un 50% (P1-P2-P3-P7-P9-P10-P12-P15-P17-P21-P22) fue inferior al \$737.717, contrario a casos específicos como P5-P11 que registraron ingresos superiores a \$1.000.000.

Tabla 2. Descripción Socio-económica

<u>Tenencia</u>		<u>Procedencia de Ingresos</u>	
propio	Rentado	producción agropecuaria	por jornal
100%	0%	95%	5% (P12)
familiar 18% (P1-P9-P21-P22)	Contratada 32% (P3-P4-P5-P6-P8-P10-P14)	<\$737.717 50% (P1-P2-P3-P7-P9-P10-P12-P15-P17-P21-P22)	\$737.717-1.000.000 41% (P4-P6-P8-P13-P14-P16-P18-P19-P20)
familiar y contratada 50% (P2-P7-P11-P12-P13-P15-P16-P17-P18-P19-P20)		>\$1.000.000 9% (P5-P11)	
<u>Mano de Obra</u>		<u>Ingresos Económicos/mes</u>	

En el marco de una estructura básica para la dimensión económica de las fincas que permita responder a un esquema de disponibilidad de pago por el uso de un servicio ecosistémico como lo es el agua, se identificó que la ejecución de las actividades productivas es dependiente de la mano de obra familiar en más de un sesenta y ocho por ciento de los predios que conforman el área de estudio, aunado con una remuneración que no correspondió con un

salario mínimo mensual legal vigente establecido en el año 2017 de \$737.717, evidenciando que en la mayoría de las fincas los ingresos provenientes de prácticas agropecuarias no tienen relación con un contexto legal.

De este modo, se refleja una coincidencia con lo determinado por Botero, López, Posada, Ballesteros y García, (2015) expresando que el medio rural colombiano presenta una desaceleración económica la cual involucra una caída considerable en factores como empleo y remuneración, dado este contexto se clarifica que a pesar de la tenencia de la tierra no se generan condiciones favorables que permitan distribuir los recursos económicos en escenarios diferentes a reinversión en los sistemas productivos, alimentación y educación, este último en algunos casos.

De acuerdo con las características descritas de los predios y dinámica agropecuaria es relevante tener en cuenta que independiente del tamaño de la finca, cantidad y tipología de sistemas productivos y los demás factores socio-económicos relacionados, se ocasiona una presión sobre los servicios ecosistémicos presentes en la zona rural especialmente la oferta hídrica, puesto que no solo es la demanda para actividades domésticas sino las prácticas de beneficio del café y el sostenimiento de la producción animal.

En este contexto, se determinó que la dinámica de los sistemas productivos en cada predio incide sobre los efectos negativos que se puedan ocasionar por la utilización del servicio ecosistémico de abastecimiento hídrico, para lo cual la identificación de medidas de manejo se convierte en un procedimiento fundamental en pro de la conservación del agua.

3.1.2 Descripción hídrica y requerimientos del recurso en sistemas productivos

En el área de estudio doce puntos de muestreo abastecen los veintidós predios que conforman el grupo asociativo ASOENSAY, esta provisión incluye actividades domésticas del grupo familiar y requerimientos en los sistemas productivos. Desde los sitios de captación hasta la vivienda, en la mayoría de los casos la forma en la cual el productor accede al agua se realiza bajo estructuras artesanales que fueron instaladas sin tener en cuenta los efectos que se ocasionan al utilizar este recurso directamente desde la fuente hídrica (Figura 7 y 8), Gil, Reyes, Márquez y Benavidez, (2014) expresan que algunos sistemas de abastecimiento de

agua rural presentan graves problemas en su calidad, diseño y construcción, afectando su calidad y cantidad (p. 69).



Figura 7. Captación Artesanal.



Figura 8 Captación de Acueducto

Esta indicación argumenta que los procedimientos aplicados para que las comunidades dispongan de agua en las fincas genera alteraciones en las características del recurso, pero que en vista de las urgentes exigencias por suplir necesidades del contexto rural termina sin revestir importancia los deterioros que paulatinamente se presentan, y que para el productor no es evidente como es el caso de condiciones físico-químicas y microbiológicas asociadas con la calidad de este recurso natural, que al no tratarse con las medidas apropiadas ponen en

riesgo procesos productivos y los seres vivos con los cuales se interactúa a través de las diversas actividades mencionadas.

En la figura 9 se determinó la oferta hídrica en cada uno de los sitios muestreados con relación al sistema agrícola de mayor relevancia para los productores, destacando que en promedio el caudal es de 5.5 l/s, a partir del cual se encontró que el 75% de los puntos registraron una disponibilidad hídrica cuantificada por debajo del valor indicado y, los sitios restantes correspondientes al 25% (PM10-PM11-PM12) se caracterizaron por presentar caudales que oscilaron entre 8 y 28 l/s, entre los cuales PM12 presentó oferta de agua superior a 28 l/s.

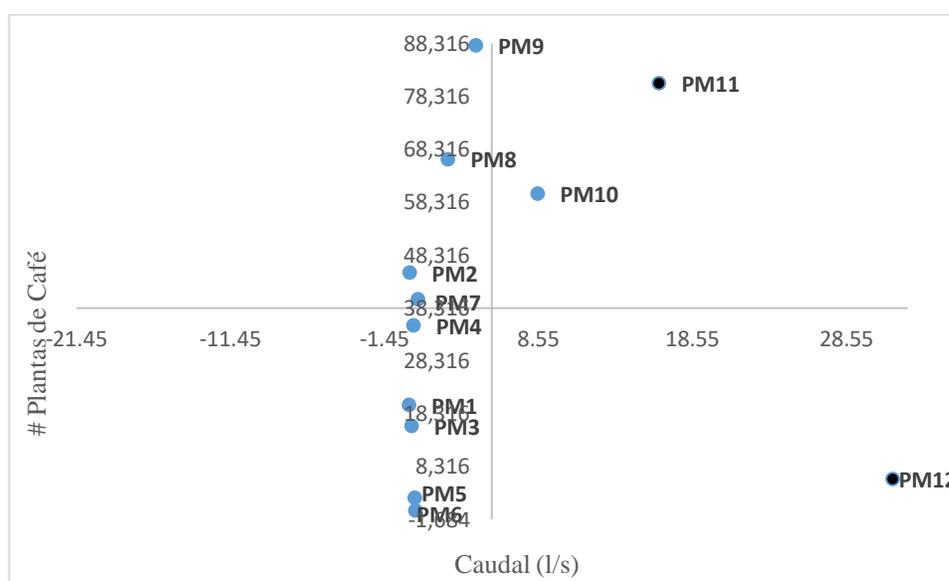


Figura 9. Influencia de la Producción Cafetera en la Oferta Hídrica.

Para el caso mencionado, el volumen hídrico utilizado para abastecer la demanda en el proceso de la práctica de beneficio de café no es representativo frente al promedio indicado, ya que el número de plantas de café ni siquiera alcanzó un valor cercano al límite inferior del rango en el cual se agruparon estos resultados. En este sentido, el muestreo evidenció que en el 58% (PM1-PM2-PM3-PM4-PM5-PM6-PM7) suplen demandas de agua afines con una producción cafetera de hasta 45.000 plantas a partir de un caudal que no supera 1 l/s, mientras que en el 42% restante se identificó una oferta de agua entre los 2.7 y 32 l/s que aprovisiona cultivos que oscilan entre 40.000 y 88.000 plantas de café.

La relación entre los caudales registrados en cada sitio de muestreo y el número de plantas de café, siendo esta producción la más representativa para el área de estudio, generó la determinación de efectos específicos sobre las variaciones cuantitativas de agua presente en

arroyos, quebradas y demás fuentes que son utilizadas como puntos de oferta hídrica para suplir procesos claves en el cultivo mencionado, como lo es el beneficio del café.

Huila se ubica como el tercer Departamento con mayor huella hídrica azul, haciendo relación al agua superficial que se utiliza en los procesos e incorpora a un producto (Quintero, Romero, Monserrate, Pareja, Valencia, Uribe e Hincapié, 2014), de esta manera sin concebir valoraciones de los caudales registrados, son significativos los volúmenes de agua que terminan siendo empleados en actividades productivas de un bien o servicio que aporta hacia los ejes económicos de una región.

De esta manera, la huella hídrica azul se convierte en un indicador del uso que se realiza en el área de estudio, de la disponibilidad de agua superficial resultante de todos los procesos ecosistémicos que coexisten entre los recursos bióticos y abióticos de la zona, los cuales son facilitadores del flujo constante de agua que asegura la oferta de este recurso para ser aprovechada directa e indirectamente por la población objeto de estudio.

En la figura 10 se establecieron los consumos de agua en términos agrícolas, domésticos y pecuarios en cada uno de los predios, presentándose en una escala descendiente que correspondió al orden de los usos indicados: en el 86% de las fincas los mayores consumos de agua (90 l/d) fueron referentes al agrícola y el pecuario en el 18% (P3-P14-P17 y P20) tuvo comportamiento igual a la variable mencionada; en el caso de P3 la demanda de agua fue fundamentalmente para la producción pecuaria, mientras que en el 36% (P8-P9-P10-P11-P13-P18-P21-P22) del área de estudio no se registraron consumos afines al manejo animal.

Los requerimientos para actividades domésticas se identificaron en todos predios con diferentes cuantificaciones, siendo el volumen de 60 l/d el resultado común en el 41% de la zona y por debajo de dicho consumo el restante.

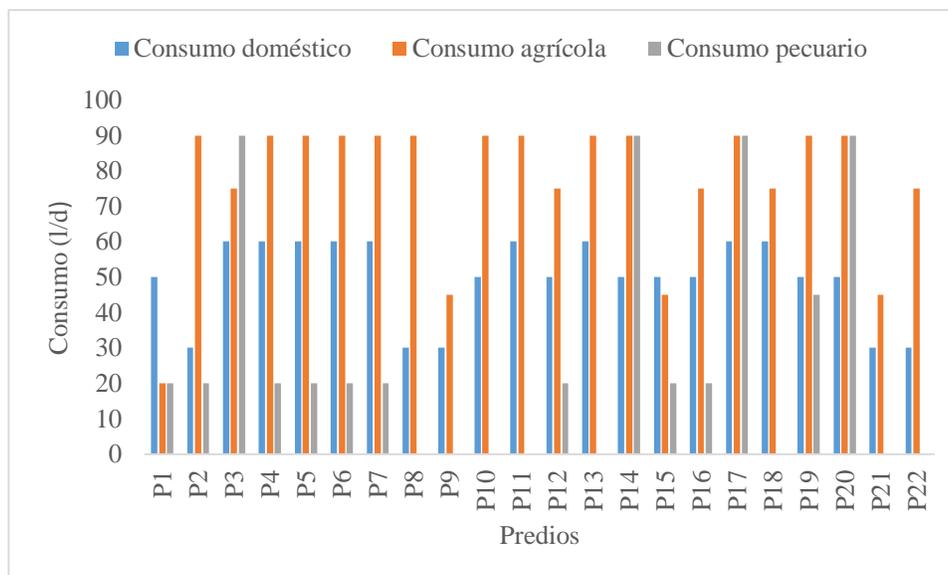


Figura 10. Registros demanda de agua.

En las zonas rurales colombianas el agua suele ser empleada para diversos usos, entre los que se cuentan el consumo humano-doméstico, los usos agrícolas-pecuarios y, es el sector agrícola el principal usuario de agua dulce, donde aproximadamente el 70% de los suministros hídricos son demandados por este sector (Agencia para el Desarrollo Internacional (USAID), 2016, p.18).

Dado el contexto real que sitúa la producción agrícola y específicamente en este caso el cultivo de café como el uso que mayoritariamente impacta sobre la oferta hídrica de la zona, se pone de manifiesto que esta tendencia creciente evidencia el aprovechamiento de los entornos rurales hacía un ejercicio de interés productivo que no involucra proyecciones enfocadas hacía la conservación de la oferta hídrica y, resta importancia el reconocimiento de los bienes y servicios que prestan los ecosistemas generando una no valoración de éstos sin tener en cuenta que ante la utilización directa y/o indirecta de los recursos bióticos y abióticos, se provoca también una dependencia total de las actividades antrópicas con la dinámica ecológica.

En la figura 11 se registró la información pertinente con los requerimientos hídricos para la producción pecuaria, resaltando que en el 58% (PM2-PM4-PM7-PM8-PM9-PM10-PM11) es donde el agua además de los otros usos se distribuye para suplir dichas prácticas; de esta manera el consumo avícola se presentó en todos los puntos indicados oscilando entre 20 y 60 l/d, seguido por el equino en el 72% (PM2-PM4-PM7-PM8-PM10) con registros máximos

de 60 l/d, bovino en el 57% (PM2-PM4-PM8-PM10) entre 40 y 180 l/d, piscícola y porcícola en el 14% (PM10-PM11) con 40 y 20 l/d respectivamente.

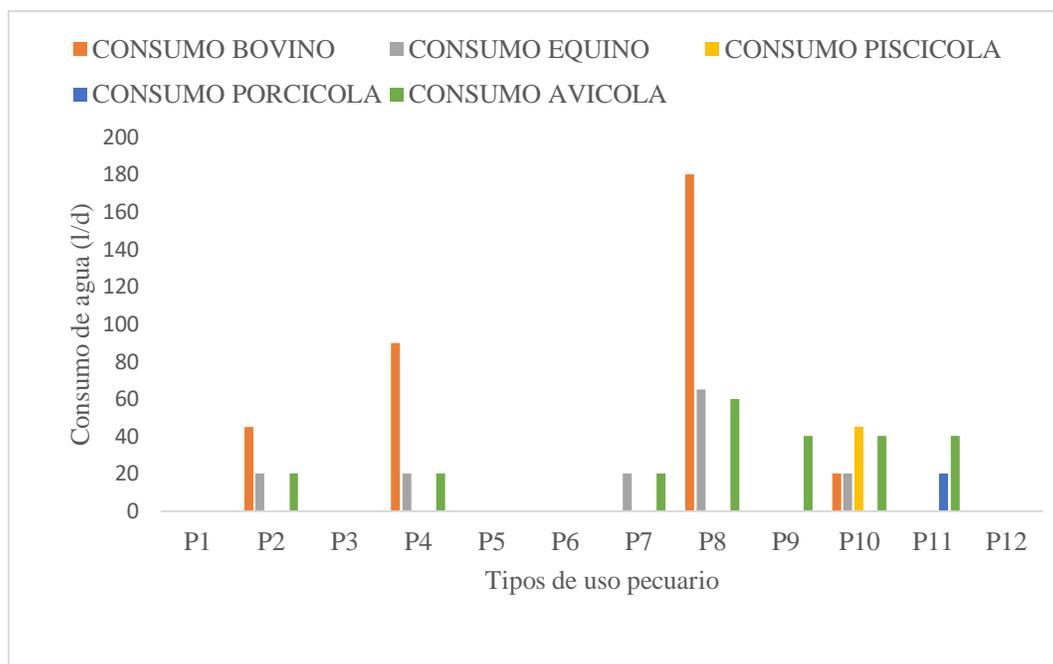


Figura 11. Requerimientos hídricos en la producción pecuaria.

La distribución de agua para los predios donde se llevan a cabo prácticas de manejo animal permitió establecer que, aunque en algunos puntos el registro cuantitativo pudo ser el más elevado, en otros los datos identificados en el requerimiento más bajo según la escala empleada resultan generando consumos que también son importantes frente a la generalidad del área de estudio.

De esta forma, el Departamento Nacional de Planeación (DNP) (2017) enuncia que el consumo animal es el mayor uso del agua en el sector pecuario y se estima que la dinámica de consumo corresponde con ganado bovino, aves y ganado porcino; este planteamiento conlleva a tener en cuenta este uso como un referente en la valoración del recurso hídrico, dados los efectos que este contexto representa en la aproximación de la oferta hídrica identificada a través de los caudales.

Siendo aún más relevante que, los elevados requerimientos de agua en este uso resultan de la falta de implementación de prácticas por parte de cada productor para regular los consumos pecuarios; puesto que, de no generarse una minimización de los volúmenes de agua

empleados en dichas prácticas, la degradación de los recursos ecosistémicos que aportan a la disponibilidad hídrica será cada vez mayor.

En figura 12 se agruparon los puntos de muestreo según los predios abastecidos e indicando registros de oferta y demanda hídrica, a partir de lo cual se encontró que el 42% (PM1-PM3-PM5-PM6-PM12) son sitios que suplen un predio respectivamente y, que frente a volúmenes de agua correspondiente con caudal se destaca que PM5-PM6 son puntos que estuvieron alrededor del promedio (478.944 l/d) con relación a dicha variable, mientras que PM1-PM3-PM12 presentaron resultados distantes del valor indicado, específicamente en PM12 se identificó la disponibilidad de agua más alta.

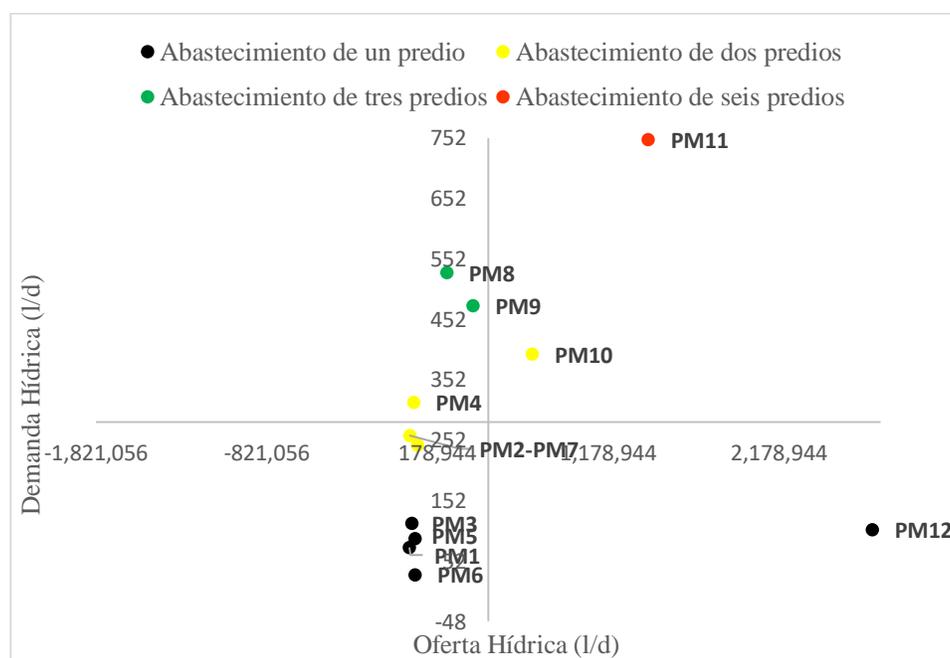


Figura 12. Dinámica de abastecimiento de agua.

Con referencia a los requerimientos del recurso, se resalta que todos los datos estuvieron por debajo del promedio (282 l/d), lo cual evidencia que las fuentes muestreadas disponen de volúmenes importantes susceptibles de aprovechamiento y/o de conservación.

El 33% (PM2-PM4-PM7-PM10) son puntos que cada uno abastece dos predios, registrando caudales que estuvieron por debajo y por encima de 478.944 l/d como dato promedio. Frente a los consumos, se presentaron oscilaciones y, casos como el de PM4-PM10 que obtuvieron requerimientos de agua superiores al resultado promedio de 282 l/d. El 17% (PM8-PM9) son sitios que individualmente suplen tres predios, que en términos de oferta hídrica no superan

400 l/d y su demanda es superior a este mismo valor; el punto PM11 se caracteriza por abastecer seis fincas con un registro de caudal que es tres veces mayor al promedio, aunado a consumos que también superan el valor referenciado.

La red hídrica de la vereda San Isidro permitió establecer que, son múltiples los cuerpos de agua que son empleados para suplir las demandas asociadas con usos domésticos y productivos según el contexto rural, evidenciando este escenario que de acuerdo con los resultados de esta investigación los puntos hídricos registrados en este proyecto, representan la oferta hídrica del área de estudio y se convierten en la red de abastecimiento para los productores del grupo asociativo ASOENSAY.

3.1.3 Muestreo de parámetros físico-químicos y microbiológicos

Los resultados de este ejercicio permitieron realizar una aproximación para caracterizar la calidad del agua de la cual se abastece la población objetivo de esta investigación; frente a cada variable se establecieron datos promedio que permitieron identificar los puntos muestreados que se encontraron en límites inferiores y superiores.

Las variables que correspondieron a parámetros como sólidos totales, fósforo total, fosfatos, dureza total, alcalinidad total, nitratos, demanda biológica de oxígeno, y sólidos suspendidos totales en mg/l, turbidez en unidades nefelométricas de turbidez-UNT-, conductividad en μ S/cm, coliformes totales y coliformes termotolerantes en número más probable –NMP-NMP/100 ml, la tendencia a cero es apropiada para contextualizar en calidad del recurso hídrico, caso contrario para el parámetro de saturación de oxígeno disuelto en % que mientras más cerca se encuentre a 100 mayor favorabilidad de uso presenta el agua.

Como criterio para agrupar los resultados de los parámetros físico químicos y microbiológicos se determinó el promedio de los datos en los puntos muestreados por cada variable, y se hallaron intervalos de confianza del 96% con los cuales se logró establecer el comportamiento de los predios frente a las variables evaluadas. Con base en los quince parámetros que conformaron el muestreo, se realizaron siete combinaciones que mostraron la dinámica de los puntos frente a una relación que evidenciara la incidencia de compuestos orgánicos e inorgánicos en la calidad del recurso hídrico.

Con base en lo indicado, la figura 13 estableció que el 50% de los sitios está fuera del intervalo establecido, destacando que los puntos indicados por fuera de la cuadrícula presentaron concentraciones tanto de fósforo total como de sólidos totales superiores e inferiores al promedio. El 25% representado por PM1-PM6 y PM8 se registraron en el cuadrante que indica mayores efectos negativos en la calidad de agua, mientras que el 17% (PM2-PM5) evidenció muy bajos contenidos de los elementos evaluados y, el PM9 indicó alto para sólidos totales y bajo para fósforo total.

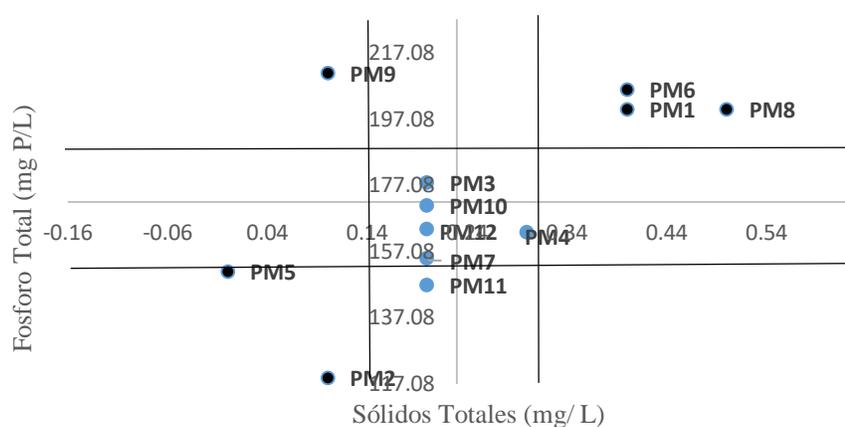


Figura 13. Materia orgánica y nutrientes.

La dinámica de los puntos muestreados ante la relación fósforo total y sólidos totales evidenció que éste parámetro en el agua es una fuente de nutrientes como el fósforo, puesto que el registro de partículas macro y microscópicas presentes en los sitios muestreados indicó que existen incrementos de este elemento en el 92% de los puntos investigados. Se enfatiza que en el área de estudio no hubo resultados cercanos a cero para sólidos, lo que generó un medio propicio para la disponibilidad de este elemento, aunado con una cuantificación que reflejó para algunos casos el sobrepasar los límites establecidos frente al promedio de los respectivos datos.

La figura 14 indicó que el 25% del área muestreada (PM7-PM8 y PM10) tuvo un comportamiento diferente con base en los resultados promediados, específicamente PM8 que presentó registros superiores en las variables evaluadas, mientras que los datos de PM7-PM10 arrojaron diferencias mínimas frente al rango establecido con características de bajo contenido de sólidos suspendidos y, turbiedades cercanas a cero.

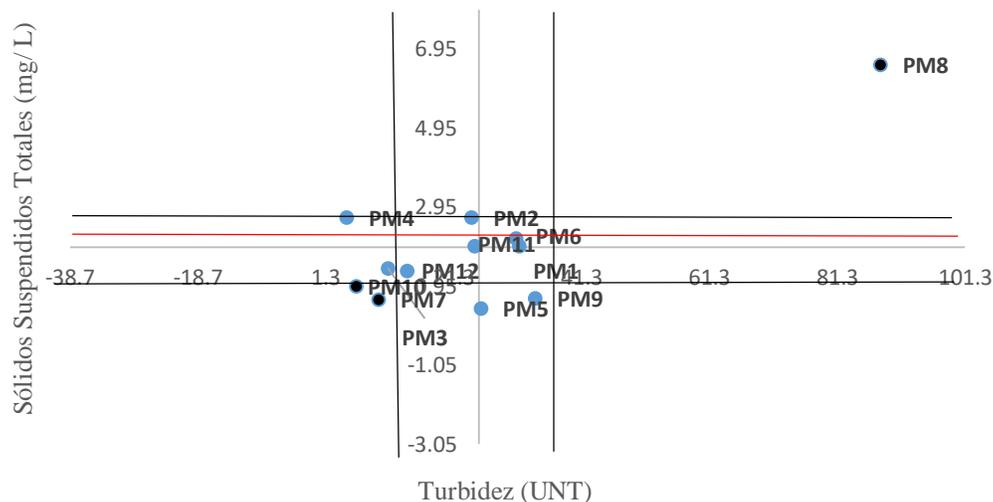


Figura 14. Partículas no solubles y transparencia del agua.

Es importante destacar que, frente a las mayores restricciones en calidad de agua, que para el caso normativo de Colombia es el uso para consumo humano, se establecen parámetros concretos como es la turbiedad, para este contexto PM2-PM4 y PM8 que representan un 25% de los puntos evaluados registraron datos que superan el límite normativo, por lo cual las fuentes hídricas respectivas a los sitios mencionados, en términos de esta variable son inviables para el uso indicado.

Las partículas que se encuentran suspendidas en el agua provienen tanto de fuentes antrópicas como naturales, ya que los efluentes domésticos aportan materiales que no logran disolverse en el agua o que tardan un tiempo en realizar dicho proceso; como resultado del contacto entre elementos sólidos y el medio acuático se aporta niveles de opacidad en el agua que son interpretados físico-químicamente como turbiedad, confirmando lo expresado por Gualdrón (2016) que refiere la turbiedad como el grado de opacidad en el agua debido a la presencia de material particulado en suspensión.

Teniendo en cuenta que las fuentes hídricas muestreadas son utilizadas en actividades domésticas y por tanto para consumo humano, se tomó como referente el límite establecido por Ministerio de la protección social y Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial (2007), el valor máximo aceptable para turbiedad en uso para consumo humano es 2.0 UNT.

Frente a este lineamiento, puntos como PM2, PM4 y PM8 que presentaron resultados superiores a la directriz normativa se convierten en focos de desarrollo microbiano que las comunidades al no identificar visualmente, le restan importancia como una situación insegura que representa efectos en los grupos familiares que son abastecidos por los puntos relacionados. Con base en lo indicado, es relevante tener en cuenta lo expresado por Ospina, García, Gordillo y Tovar (2016) quienes afirman que una turbidez elevada facilita la adsorción de bacterias y representa un riesgo microbiológico en el agua para consumo humano.

La figura 15 presenta un 16.6% (PM1-PM7) de sitios donde las concentraciones de las variables analizadas arrojaron resultados no coincidentes con el promedio, en PM1 la DBO₅ registró el valor más alto de toda el área de estudio y los coliformes totales se establecieron por debajo del límite inferior indicado según el intervalo de confianza, mientras que para PM7 los coliformes fueron cualificados como alto y DBO₅ baja.

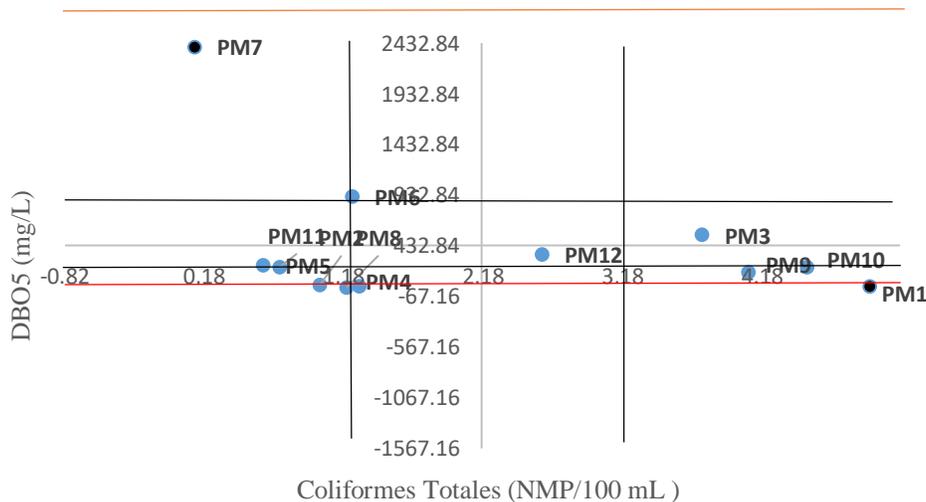


Figura 15. Requerimientos de oxígeno y grupo bacteriano.

En la figura 15 se muestra que los coliformes totales interpretado como, un grupo de bacterias que provienen tanto del medio natural (suelo-vegetación) como del antrópico (excremento humano y animal), inciden sobre la DBO₅ ya que este parámetro “cuantifica el oxígeno que los organismos biológicos aerobios necesitan para degradar la materia orgánica presente en el agua” (Okorie, Eleazu y Akabuogu, 2015, p.906).

De esta manera, se evidenció que la presencia alta o baja de coliformes genera en el agua una demanda de oxígeno para lograr que las bacterias degraden la materia orgánica presente en el medio; los puntos muestreados frente a estas variables mostraron que la presencia de contenidos orgánicos en la totalidad del área de estudio, como medio de reproducción de microorganismos genera variaciones en el oxígeno disponible en el agua para llevar a cabo los procesos propios de los ecosistemas hídricos.

Aunado con lo anterior, se resalta que una DBO_5 alta con referencia a un promedio de 2.17 mg/L como fue el referente de PM1 (4.95 mg/L), hace relación que el sitio muestreado tiene bajo contenido de oxígeno, por lo cual ni siquiera la cuantificación de coliformes totales puede impactar el parámetro, puesto que la mínima presencia de oxígeno no permite que las bacterias aerobias degraden las partículas orgánicas presentes en el agua.

En PM7 al identificarse un alto registro de coliformes totales (2400 NMP/100ml), siendo el dato promedio de esta variable 432.83 NMP/100ml, se establece una contaminación microbiológica importante, razón por la que se genera una afectación directa sobre la DBO_5 ya que la cantidad de bacterias inmersas en la materia orgánica obstruyen algunos procesos básicos que realiza la vegetación acuática como son la fotosíntesis, la cual limita que exista un aporte significativo de oxígeno en el agua.

Frente a los límites establecidos por la normatividad colombiana para usos de agua, en el caso de los coliformes totales en la figura 15 se indicó la línea roja que muestra la mayor restricción que corresponde con agua para consumo humano, indicando que ningún punto es apto para este uso; mientras que para actividades agrícolas el límite es más permisible, lo cual viabilizaría este uso para toda el área de estudio.

Con relación al uso para consumo humano García y Iannacone (2014) señalan que valores elevados de coliformes totales indica que la calidad de agua no es apta para la población debido a que podría causar un riesgo para su salud; este planteamiento aunado con los resultados del muestreo permite afirmar que las condiciones hídricas en el 100% del área de estudio son un factor que amenaza la salud de las personas que hacen uso directo a través del consumo.

Por esta razón, es válido generar una alerta sobre la necesidad de tomar medidas sobre el manejo microbiológico del agua, siendo práctico la aplicación de acciones in-situ que tienden a minimizar el riesgo, pero sin dejar de lado la importancia de implementar procedimientos técnicos que aseguren el cumplimiento normativo, y se garantice agua libre de microorganismos.

La figura 16 muestra que el 50% (PM1-PM2-PM3-PM4-PM6-PM8) de los sitios investigados no estuvieron en los límites establecidos, lo cual demuestra que existen alteraciones en la dureza total y alcalinidad total del agua frente al promedio de los datos que estuvo alrededor de 70 y 91 mg CaCO₃/L . De esta forma, el 33.33% (PM1-PM3-PM4-PM6) se caracterizó por registrar los resultados más altos de los parámetros mencionados, mientras que los puntos restantes correspondientes con el 16.66% se presentaron por debajo del límite inferior.

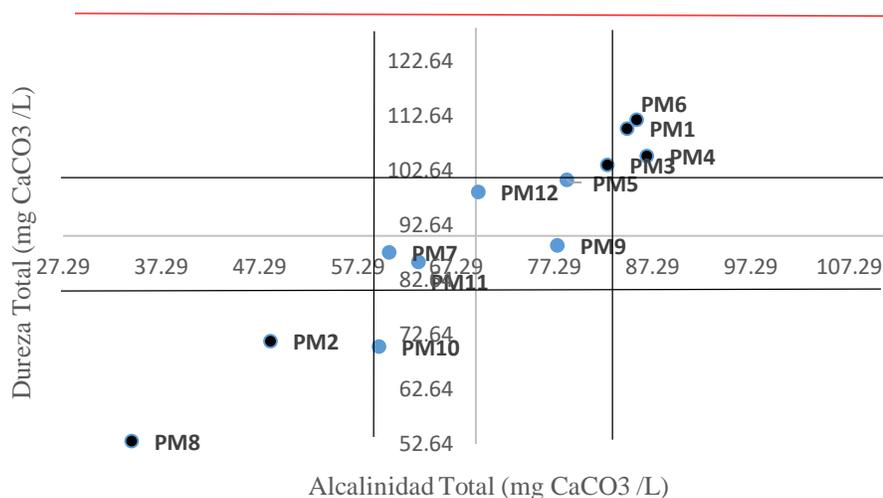


Figura 16. Carbonatos y efectos en el agua.

La dureza total y la alcalinidad total en el agua en todos los puntos de muestreo mostraron una relación directamente proporcional, es decir que al registrarse un contenido de sales de calcio que generaron un cambio en la dureza del agua también se identificó que se presentó un leve incremento frente al resultado de alcalinidad. Resaltando que para éste parámetro el contenido de carbonatos y bicarbonatos son los que inciden en los respectivos resultados.

Frente a la viabilidad de uso de agua con relación a estos parámetros, se estableció que para consumo de agua según el valor máximo aceptable que referencia “300 y 200 mg CaCO₃/L para dureza y alcalinidad total” (Ministerio de la protección social. Op. cit., p.4), bajo este lineamiento se determinó que los resultados son admisibles y por ende los sitios muestreados frente a las variables no representa riesgo alguno para la comunidad.

La figura 17 demostró que el 58.3% (PM1-PM2-PM3-PM6-PM8-PM9-PM10) del área evaluada no correspondió con los límites establecidos, que para el caso del oxígeno disuelto estuvo entre 76.2 y 86.97 % y nitratos 1.18 y 2.51 mg NO₃/L. De esta forma, el 25% (PM1-PM2 y PM8) presentaron niveles superiores de % SAT de oxígeno disuelto y bajas concentraciones de nitratos, seguido por PM3 que tuvo igual comportamiento en oxígeno, pero alto en la otra variable. En el caso de PM6 se identificó bajo el porcentaje de oxígeno, pero obtuvo el resultado más alto en nitratos y, el 16.6% (PM9 y PM10) se caracterizaron por tener los registros más bajos en los dos parámetros.

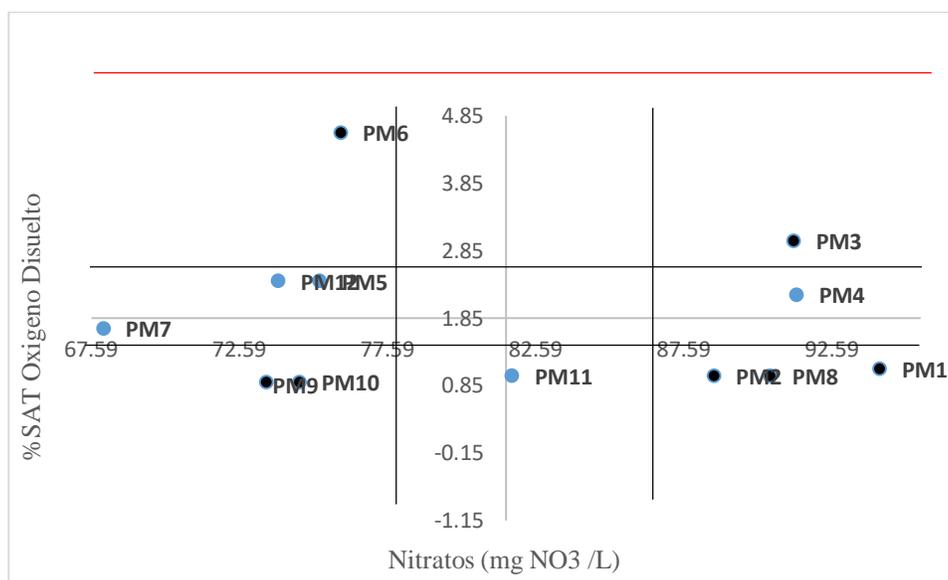


Figura 17. Consumo de oxígeno y vegetación acuática.

Los nitratos como nutriente en el agua son una fuente para el desarrollo de vegetación acuática, la cual durante el proceso de descomposición demanda consumo de oxígeno, esta situación provoca la disminución del oxígeno disuelto que se requiere en el agua para todas las actividades necesarias dentro de un ecosistema acuático.

De esta manera, se evidenció que los resultados de los puntos muestreados tendió a indicar que, al existir un contenido de nitratos en el agua el oxígeno presentó variaciones hacía la

disminución; aunque no fueron significativas en la medida que para el parámetro de nitratos en términos de consumo humano todos los resultados fueron admisibles frente al límite normativo, es relevante tener en cuenta la importancia del recurso hídrico cualificado en oxigenación para coadyuvar en la calidad del mismo.

La figura 18 estableció que el 33.33% (PM7-PM8-PM9 y PM11) tuvo una diferencia significativa frente al promedio de las variables evaluadas, es así que PM8-PM9 presentaron concentraciones que superaron el promedio de 172.08 mg/L correspondiente a sólidos totales y bajas frente a coliformes termotolerantes que registro un dato medio de 51.33 NMP/100 mL, mientras que PM7-PM11 registraron bajo contenido de sólidos y representaron el resultado más alto en la otra variable.

En este contexto, es importante resaltar que los sólidos establecidos en el muestreo no corresponden en su mayoría con excremento humano y animal, específicamente como fuente de los microorganismos evaluados, sino que existe una combinación de materia orgánica en la que confluyen diversas tipologías de materia en descomposición. Ante este planteamiento, es relevante tener en cuenta lo expresado por Barakat, Baghdadi, Rais, Aghezzaf y Slassi (2016), las fuentes de coliformes en el agua incluyen procesos agrícolas, pastoreo, presencia de animales y por ende estiércol, además de las aguas residuales no tratadas.

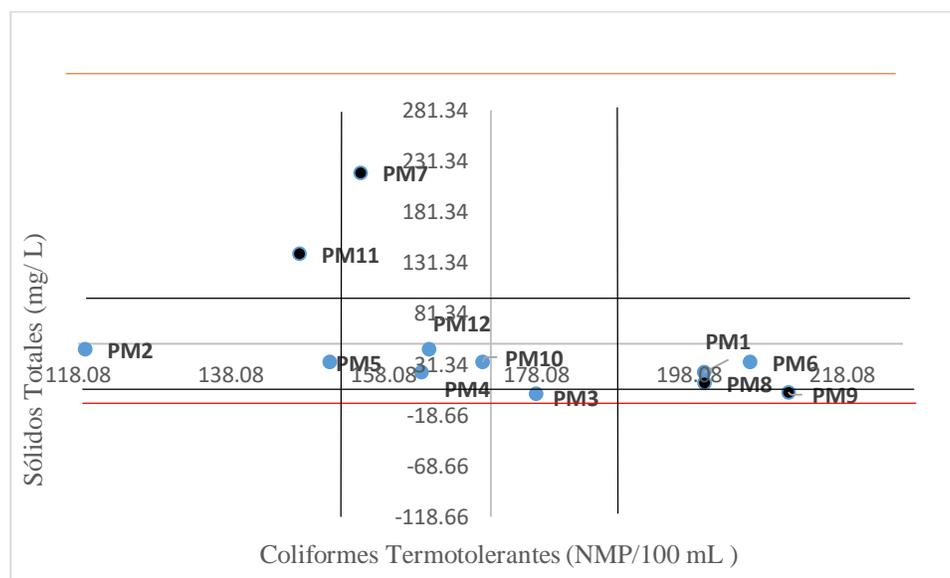


Figura 18. Materia orgánica y microbiota intestinal.

Los puntos muestreados evidenciaron un contenido importante de sólidos totales, lo que pone de manifiesto que en los sitios analizados existen focos de materia orgánica que dan origen

a la presencia de microorganismos en el agua, para este caso la microbiota intestinal estuvo presente, independiente del número más probable en cada punto, lo relevante a tener en cuenta es que bajo el límite permisible para consumo humano ningún sitio es viable según este uso, ya que la resolución 2115 de 2007 no admite la presencia de estos microorganismos.

De esta manera, se evidenció que no es necesario encontrar concentraciones significativas de sólidos totales para asumir la existencia de estos microorganismos, sino que basta con un mínimo contenido de materia orgánica para no descartar la posibilidad de analizar dicha variable microbiológica. Siendo importante tener presente que, aguas con altos valores de coliformes termotolerantes deben utilizarse en actividades relacionadas con riego de infraestructuras públicas, ya que estas aguas evidencian condiciones de calidad precarias asociadas a un ambiente con materia fecal (Campelo, Freitas, Silva, Oliveira, Mendonca y Martins, 2017).

Con base en lo planteado merece vital importancia por parte de los usuarios del agua el implementar usos como el indicado, en el cual se da a entender que no debe existir contacto entre cuerpos hídricos con estos resultados microbiológicos y las comunidades en términos de consumo directo. En el contexto de la figura, se muestra un límite para coliformes termotolerantes que ningún punto fue superior a lo establecido, el cual hace referencia al uso agrícola validado por el lineamiento normativo indicado para coliformes totales, de esta forma se potencializa el uso del recurso hídrico en situaciones diferentes al consumo humano bajo las indicaciones específicas de la legislación.

En este orden de ideas y, según lo identificado en campo donde se estableció que se carece de tratamientos para controles microbiológicos, es necesario que desde las prácticas de conservación de las fuentes hídricas que le son accesibles a la comunidad se lleven a cabo acciones específicas frente a la presencia de excretas de origen animal y/o humano que son fuente principal de coliformes termotolerantes.

La figura 19 determinó que el 41.6% (PM2-PM5-PM6-PM8 y PM9) no correspondió con el intervalo de 159.77 y 232.48 μ S/cm indicado para las variables analizadas, resaltando que PM6 registro altas concentraciones de fosfatos y conductividad, PM9 registró mínimo contenido de fosfatos, pero obtuvo el resultado más alto de conductividad, el 16.6% (PM2-

PM5) se caracterizó por bajas concentraciones en los dos parámetros y PM8 presentó la más baja conductividad y el resultado más alto en la otra variable.

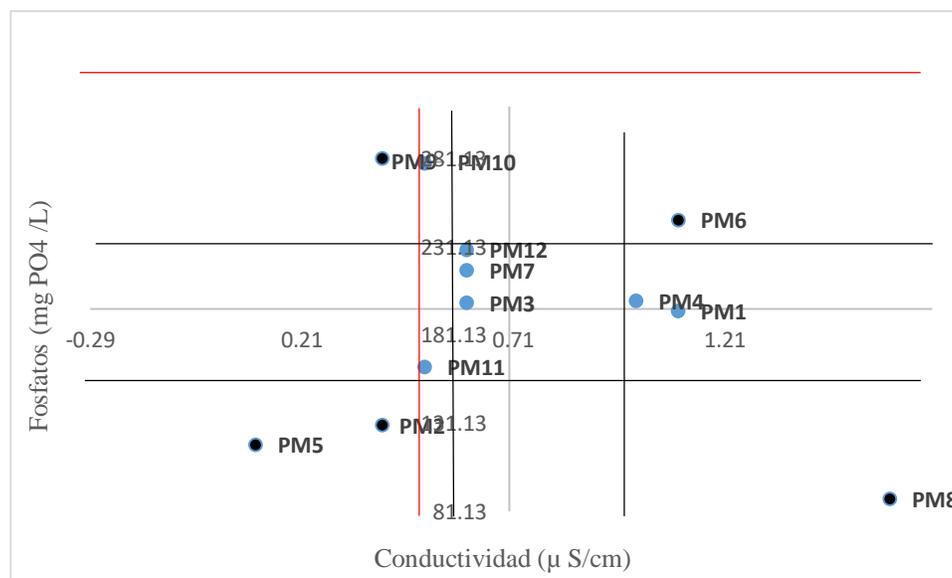


Figura 19. Sales disueltas y corriente eléctrica.

Los fosfatos en el agua como sales disueltas pueden provenir de diferentes fuentes como labores agrícolas y/o vertimientos domésticos, generando así efectos en la conductividad del agua en menor o mayor escala; en los resultados se evidenció que la existencia de una concentración de fosfatos generó un efecto en la conductividad, ya que no hubo ningún punto donde esta variable fuera cero.

Estos resultados permitieron inferir que las fuentes de fosfato en los sitios muestreados son diversas, identificando que las concentraciones variaron entre 0.1-1.6 mg PO4 /L, lo que generó alteraciones en la conductividad; pero ante dichos cambios es importante referenciar que frente al límite establecido por la resolución 2115 de 2007, este parámetro a pesar de su concentración en el agua analizada viabiliza el uso mencionado; a diferencia de los fosfatos que según su límite permisible de 0.5 mg/L, el 58.3% (PM1-PM3-PM4-PM6-PM7-PM8-PM12) de los puntos no es viable para consumo humano por esta variable.

En este orden de ideas, es relevante tener en cuenta que la existencia de mayores concentraciones de fosfatos en el agua resulta en efectos de desequilibrio ambiental en el ecosistema como es la eutrofización, pero también a nivel de salud se pueden causar daños renales (Bolaños, Cordero y Segura, 2017), por lo tanto, el identificar que más de la mitad de los sitios muestreados se convierten en focos de alteración tanto para el factor antrópico como

natural, evidencia que concentraciones elevadas de fosfatos conllevan a la generación de impactos que se ven reflejados en afectaciones a otros parámetros importantes en la calidad del agua, como son el oxígeno disuelto debido a procesos afines con la eutrofización.

En este caso el escenario de riesgo mencionado no sólo hace vulnerable a las personas ante el consumo de agua en las condiciones mencionadas, sino que potencializa la degradación paulatina de los recursos bióticos que son base en los mecanismos de regulación de la calidad hídrica in-situ.

3.1.4 Índice de Calidad de Agua-ICA-

El índice de calidad de agua (ICA) incorpora parámetros físicos, químicos y biológicos para evaluar el estado de un cuerpo de agua y determinar la vulnerabilidad de éste frente a amenazas potenciales (Caho y López, 2017, p.37); a través de este proceso en los doce puntos muestreados del área de estudio se logró caracterizar las condiciones del recurso hídrico, encontrándose que en sólo 2 sitios la calidad del agua fue excelente mientras que en los restantes se presentó en el rango del índice para condición bueno; referenciado según los valores de WQI que indican condición de agua excelente para el rango de 91-100 y agua buena en 71-90. (Figura 20).

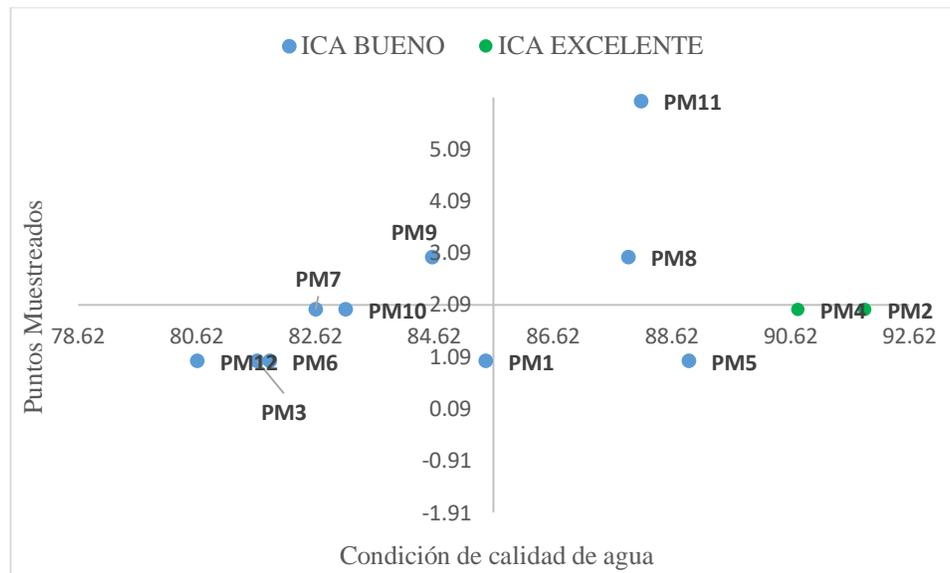


Figura 20. Dinámica del ICA en los puntos muestreados.

Siendo los resultados del índice favorables frente a las necesidades de uso establecidas en la zona, es también válido referenciar que la distribución de la calidad del agua con relación al

número de predios que hacen uso de la oferta hídrica que brinda cada punto, evidenció en aquellos sitios donde el ICA resulto excelente que este beneficio sólo es aprovechado por el 18.18% de las fincas (PM13-PM14-PM16-PM17) y, que la condición de calidad de agua buena en el restante de los puntos abastece usos que incluyen desde consumo humano hasta prácticas agropecuarias en el 81.2% de los predios.

En términos de interpretación de este índice, el Servicio Nacional de Estudios Territoriales (2010) expresa que el ICA adopta para condiciones óptimas un valor máximo determinado de 100, que va disminuyendo con el aumento de la contaminación en la fuente de agua estudiada (p.3). En el área de trabajo la calificación numérica para calidad de agua osciló entre 80-92, siendo estos datos el resultado del análisis de los diferentes parámetros que se incluyeron en la determinación del ICA.

En este proceso se emplearon parámetros fisicoquímicos como: porcentaje de saturación de oxígeno disuelto (%), conductividad (μ S/cm), Demanda Bioquímica de Oxígeno en 5 días - DBO₅. (mg/L), fosfatos (mg PO₄ /L), nitratos (mg NO₃ /L), pH (unidades de pH) y sólidos suspendidos totales (mg/L); y en términos microbiológicos los coliformes totales (NMP/100 ml).

Es importante resaltar que los parámetros evaluados en campo pueden compararse en el marco de los criterios exigidos por la legislación pertinente con calidad de agua, puesto que de esta manera se obtiene una aproximación de las condiciones del agua en términos de usos posibles. El uso consumo humano y doméstico con requerimientos de desinfección, incluye múltiples parámetros físico-químicos y biológicos, dentro de los cuales se encuentran nitratos, pH y coliformes totales que fueron comparados bajo las estipulaciones normativas y se encontró que para los doce puntos muestreados se registró un único sitio (PM7) en el cual el resultado de coliformes totales supero el “límite de 1000 NMP/100 mL” (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015, p.384).

Aunado con lo anterior, y siendo más restrictivas las condiciones de calidad de agua para consumo humano, se compararon bajo límites permisibles normativos otros parámetros que también fueron registrados en el área de estudio como: alcalinidad (mg CaCO₃ /L) en 200 mg/L, conductividad (μ S/cm) en 1000 μ S/cm, dureza total (mg CaCO₃ /L) en 300 mg/L, fosfatos (mg PO₄ /L) en 0.5 mg/L, turbidez (UNT) en 2 UNT y escherichia coli en 0 unidad

formadora de colonias UFC/100 cm³. Es así, que los puntos muestreados para las variables de conductividad, alcalinidad y dureza total se encontraron dentro de límites indicados; mientras que turbiedad, fosfatos y escherichia coli estuvieron por fuera del valor máximo indicado (Ministerio de la protección social. Op.cit).

Bajo los parámetros indicados, se resalta que en términos físico-químico (turbidez y fosfatos) fueron algunos puntos los que no cumplieron con los estándares normativos, mientras que a nivel microbiológico (escherichia coli) se registraron todos los sitios en este aspecto negativo. Es relevante mencionar que la interpretación de los resultados del muestreo de agua en el marco de límites permisibles establecidos por la legislación en calidad de agua, permitió cualificar escenarios aproximados hacía las condiciones del recurso hídrico para indicar el uso más apropiado del mismo.

Dentro de los usos identificados en los predios se registraron fundamentalmente consumo humano y doméstico seguido por la dinámica agropecuaria, estos contextos dinamizan las condiciones de calidad de agua que las comunidades del área de estudio necesitan para suplir las actividades cotidianas del entorno en el cual viven. Ante este planteamiento, Delgado, Trujillo y Torres (2017) expresan que:

Colombia los hogares de áreas rurales que no cuentan con sistemas adecuados de abastecimiento de agua, recurren a alternativas como conexiones directas a los ríos que no garantizan calidad de agua y generan potencial riesgo para la población y afectaciones ambientales a las fuentes hídricas (p 60).

En los predios investigados se identificó que el acceso al agua se realiza a través de estructuras artesanales que involucran mangueras, mallas y recipientes que son utilizados como medios para captar y distribuir el recurso desde la fuente hídrica hasta la vivienda. En términos de calidad, las condiciones del agua a utilizar como resultado del proceso mencionado suelen ser vulnerables a alteraciones físico-químicas y microbiológicas, debido a que el mantenimiento de la infraestructura indicada por parte de la población que se abastece del recurso corresponde con acciones autónomas que realizan los productores sin frecuencias establecidas, lo cual incide directamente sobre el desarrollo de focos contaminantes.

En el marco de lo expresado, según el Ministerio de salud y protección social (2015) “el índice de riesgo de la calidad del agua para consumo humano en la zona rural del municipio de Campoalegre-Huila para el año 2014 se registró con riesgo alto” (p. 145), esta afirmación contextualiza y deja como antecedente que el agua utilizada para consumo por parte de las personas que hacen parte del área de estudio no presenta condiciones óptimas, lo cual evidencia que para este uso del recurso deben implementarse mejoras en términos de las condiciones de captación y distribución del agua, desde las fuentes hídricas hasta los predios donde se realizan específicamente cada una de las actividades en las que se utiliza este recurso.

Es relevante destacar, que la exigencia legislativa para el uso del agua en consumo humano bajo los estándares de límites permisibles es precisa, y no contempla rangos amplios como medida para evitar que los resultados de la muestra de agua evaluada no sean superiores a los valores establecidos en la norma.

La interpretación de los resultados de campo bajo los lineamientos normativos, es un preámbulo que permite tener un referente base de la calidad del recurso; pero este ejercicio fue aún más práctico al integrar parámetros físico-químicos y microbiológicos en un proceso de índice de calidad de agua, que permitió evaluar las condiciones bajo las cuales se encontraban las fuentes hídricas que la población objetivo utiliza en las múltiples actividades que realizan en los predios.

Siendo el uso de consumo humano el de mayor importancia en términos de calidad de agua, seguido por actividades domésticas y los demás requerimientos del recurso afines con la dinámica agropecuaria, se resalta que bajo el análisis de los parámetros físico-químico y microbiológico enmarcado en el índice de calidad general, el 83% de los puntos muestreados registró un índice correspondiente con cualificación de calidad de agua buena, lo que indica “agua que requiere ligera purificación para usos como abastecimiento público y manejo agrícola, aceptable para actividades recreativas, pesca y vida acuática” (Houbron, 2013, p.160).

Con referencia en lo expresado, para un entorno rural como es el que rodea las fuentes hídricas muestreadas, se resalta que los ecosistemas presentes en la zona desempeñan funciones importantes como lo es aportar en la conservación de los recursos naturales

presentes en el sitio, a través de múltiples procesos entre los cuales se destaca la regulación del agua.

Lo planteado contribuyó en la dinámica general que presentaron los parámetros evaluados para el índice de calidad de agua, puesto que el no registrarse ninguna fuente con índice menor de valoración buena refleja que la alteración de las variables físico-químicas y microbiológicas es mínima, y que la intervención que ocasiona en el área de estudio la presencia de asentamientos humanos es mitigada proporcionalmente por las interacciones ecosistémicas presentes en la zona.

Escenarios in situ de construcción inapropiadas para el saneamiento desde el punto de ubicación de las fuentes hídricas hasta la distribución y almacenamiento, y la presencia de materia orgánica generada por la producción pecuaria cerca de los efluentes se convierten en condiciones higiénicas que alteran la calidad del agua (Brousett, Chambi, Mollocondo, Aguilar y Lujano, 2018, p.49)

El contexto indicado, es relevante referenciarlo porque el análisis del índice de calidad de agua debe corresponder con un proceso integral que además de los resultados de laboratorio, involucre las situaciones antrópicas que ocurren en el entorno directo e indirecto de las fuentes hídricas bajo una relación causa-efecto.

Es así, que en el índice de calidad de agua al encontrar un parámetro alterado es relevante tener en cuenta los procedimientos de la cotidianeidad rural como el uso de insumos agrícolas, las descargas de aguas residuales domésticas sobre las fuentes hídricas, la tenencia de animales de producción, entre otros; ya que estos escenarios son puntos de partida para que el agua presente cambios que desfavorecen la calidad de la misma. Por esta razón, es importante que a pesar de calificarse el agua como buena ante el índice evaluado en las fuentes muestreadas, realizarse un breve tratamiento para así garantizar un mínimo riesgo, específicamente para el uso de consumo humano.

En este contexto, los resultados de los parámetros físico-químicos y microbiológicos evaluados en el ICA fueron diversos en términos de la incidencia positiva o negativa que representó cada variable para la calidad del agua; siendo clave destacar que en este estudio

el oxígeno disuelto fue la única medida que registro puntuación máxima de favorabilidad para el índice mencionado en todos los puntos de muestreo (Figura 21).

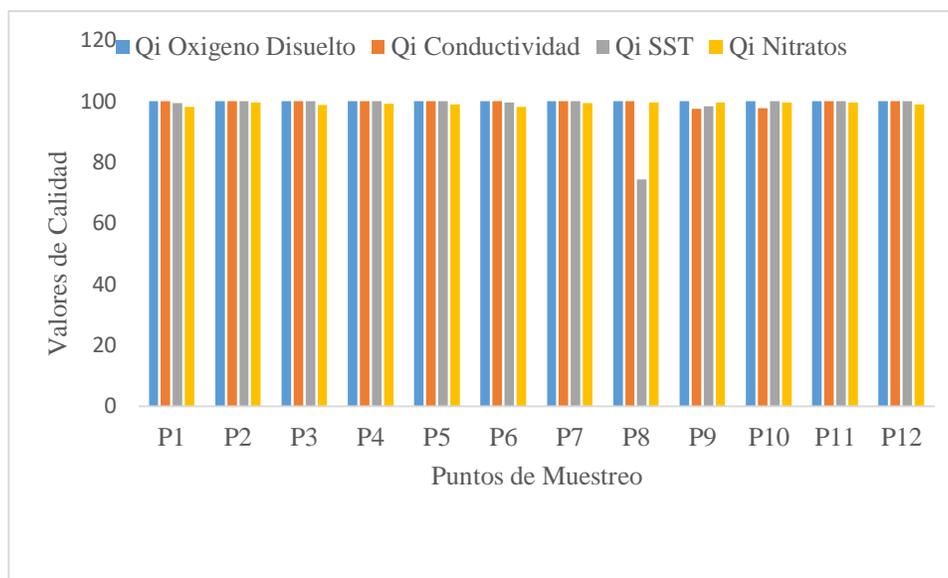


Figura 21. Qi en parámetros con mínima alteración para calidad de agua.

Gupta, Pandey y Hussain (2017) mencionan que el oxígeno disuelto revela la calidad del agua para garantizar vida acuática asegurando condiciones básicas para que las fuentes hídricas puedan ser utilizadas por parte de las personas, este planteamiento evidencia que las quebradas analizadas mostraron condiciones muy generales que suelen representar algunas posibilidades de uso sin riesgo evidente, ya que la presencia de recursos bióticos como fauna y flora en los cuerpos de agua se convierten en indicadores de calidad básica que viabilizan en las comunidades, la utilización del agua en las actividades productivas y domésticas propias del medio rural.

En términos de baja alteración en la calidad del agua muestreada se encontró que, la conductividad eléctrica afectó en dos puntos del área de trabajo, registrándose cuantitativamente un dato de 97 según la concentración de esta variable para la interpretación ante el ICA, que en un contexto práctico al uso del agua se transforman en resultados que no terminan impactando negativamente la calidad del recurso.

Es importante resaltar que la conductividad eléctrica es un parámetro en calidad de agua, que indica la concentración de iones provenientes de sales y de otros materiales inorgánicos disueltos en el agua (Pule y Joseph, 2017), esta afirmación para el contexto analizado

evidencia que las partículas presentes en la zona muestreada no son significativas para generar incremento de iones que puedan alterar la conductividad en el agua.

Aunado con lo anterior, se determinó que los sólidos suspendidos totales también mostraron valores de calidad que oscilaron entre 74-98 en dos (PM8-PM9) de los sitios considerados en el trabajo de campo, siendo este resultado un eje estructural en la dinámica del agua al tener en cuenta que la presencia de sólidos conlleva a cambios en otros parámetros involucrados en esta investigación.

Es así como en algunos casos los materiales en suspensión suelen aportar en la alteración de medidas como la conductividad, este planteamiento dado que en PM8 se encontró que las variables analizadas registraron puntuaciones por debajo del valor preferente para calidad de agua, lo que tiende a evidenciar la relación entre las partículas presentes en el agua y el aporte de estas en forma de iones que generan variaciones en la conductividad de la fuente hídrica.

En este contexto es relevante indicar que:

En la evaluación de la calidad del agua los sólidos suspendidos totales (SST) revelan importancia porque estos sólidos no se disuelven en los cuerpos de agua, y se asocia que una de las causales de SST son los procesos de erosión hídrica (Pérez, Arriola, García, Saldaña y Mendoza, 2016, p.155).

Ante lo esbozado es importante mencionar que de manera natural se suelen desarrollar este tipo de procesos, teniendo en cuenta que las condiciones climáticas inciden directamente al presentarse precipitaciones que aportan volúmenes de agua que aunado con la intensidad, frecuencia y características topográficas del área, se convierten en factores que conllevan a alteraciones en el terreno como son básicamente el desprendimiento de partículas de suelo, que bajo la dinámica propia de las fuentes hídricas estos elementos contribuyen proporcionalmente con la presencia de sólidos suspendidos en el agua.

Consiguiente con parámetros que se encontraron alterados en pocos puntos de muestreo, los nitratos se registraron en dos sitios de la zona analizada, en este contexto Lavaire, Gentry, David y Cooke (2017) indican que una fuente importante de nitratos en el agua proviene de los sistemas de producción agrícola por el uso de fertilizantes nitrogenados. En el escenario rural, las fuentes de agua cercanas a los cultivos son susceptibles de ser afectadas en términos

de calidad, puesto que los productores requieren de la utilización de insumos agrícolas para controlar los efectos que pudiesen generar sobre las áreas sembradas la presencia de vectores en la zona.

No obstante, es relevante tener en cuenta que en el entorno de las fuentes hídricas existen amplias zonas con vegetación boscosa, lo cual actúa como medida de mitigación entre las áreas que son impactadas directamente con las sustancias nitrogenadas y los procesos que ocurren entre suelo y subsuelo, ya que sobre el agua superficial las alteraciones que provocan los insumos agrícolas pueden no registrarse o evidenciarse mínimamente.

Lo anterior, dado que algunos mecanismos propios del ecosistema como la adsorción e infiltración que se presenta en recursos como la flora y suelo, permiten que en el caso de éste la composición física del suelo en términos de arenas, limos y arcillas, facilitan que las sustancias no pertenecientes al medio puedan ser eliminadas por procesos naturales como los mencionados anteriormente. Este planteamiento también es confirmado por Alvarado y Barahona (2016) al argumentar que la infiltración correlaciona las propiedades del suelo con el aporte de agua en las fuentes hídricas al proveer procesos tan importantes como la recarga de acuíferos (p. 23).

En el proceso del ICA también se identificaron parámetros que en la mayoría de los puntos muestreados se registraron como alterados, entre los cuales se encuentran Ph, DBO₅, fosfatos y coliformes totales (Figura 22). Es así que el pH es un importante parámetro en la calidad del agua, siendo muy variable sus valores en una muestra de agua porque las modificaciones del potencial de hidrogeno en una fuente hídrica, se asocian con la carencia de nutrientes o presencia de niveles de toxicidad (Pérez, 2016).

Este planteamiento en el área de estudio es relevante analizarlo teniendo en cuenta que, el agua está expuesta a usos sobre los cuales no se realiza control alguno, como son el acceso de especies pecuarias y la disposición de embalajes provenientes de productos agrícolas con categorías toxicológicas diversas en el área de influencia directa e indirecta de la zona, en este contexto las condiciones del agua para este parámetro bajo el rango estipulado para escenarios apropiados de uso se vuelven complejas, puesto que son múltiples los factores que inciden sobre la presencia de partículas que aportan cargas ácidas o básicas al agua generando constantes cambios en la calidad del recurso.

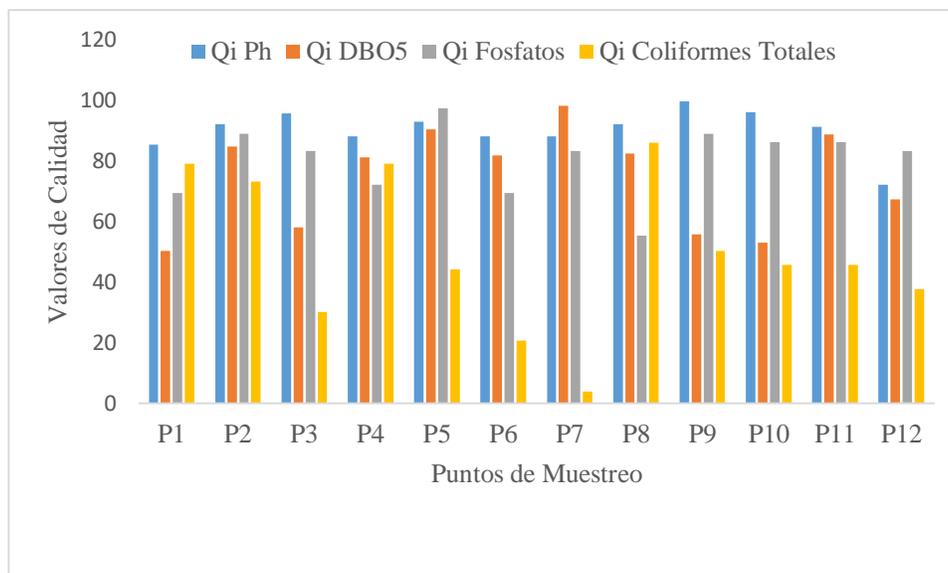


Figura 22. Valores de calidad de agua en parámetros alterados.

En este sentido, es de resaltar que frente al conjunto de sitios investigados se estableció un punto (PM9) en el cual el pH se encontró en condiciones aptas de uso según el ICA, evidenciándose que la mayoría de las fuentes registraron circunstancias desfavorables en relación con esta variable de calidad de agua. Otros parámetros impactaron negativamente toda el área muestreada, lo que manifiesta la existencia de condiciones similares en la zona en relación con prácticas propias del medio rural que generan afectaciones sobre las potencialidades de uso del recurso hídrico.

El parámetro de la DBO₅ mostró que, la calidad del agua es una condición susceptible a la multiplicidad de partículas que se encuentran en las fuentes hídricas, y que conforman un alto contenido de la materia biodegradable que suele evidenciarse a través de este parámetro, es por esta razón que a nivel general se reconoció dicha variable con alteraciones registradas desde 50 como valor de calidad, además es importante tener en cuenta que el aporte de materiales al agua puede provenir de diversos orígenes, siendo relevante para la zona que en cada predio se ejecutan numerosas actividades que contribuyen a generar carga orgánica sobre las quebradas y afloramientos hídricos.

La dinámica de los elementos sólidos y disueltos en el agua es necesaria contextualizarla debido a las implicaciones que la presencia de estos materiales genera en términos del ICA, y aún más bajo variables químicas y microbiológicas en las que estas partículas se identifican con mayor precisión.

Además de lo indicado, Wickramasinghe, Navaratne y Dias (2018) expresan que en la determinación de la calidad del agua la presencia de fosfatos se le atribuye a la disposición de excretas humanas y animales como a basura orgánica en las fuentes hídricas, dada la realidad del medio rural y el análisis de la observación en campo en la que se evidenció la carencia de infraestructura apropiada para manejar los residuos sólidos y sus respectivos lixiviados, se potencializa el desarrollo de condiciones desfavorables que se demuestran a través de valores registrados desde los 55 y que no superaron los 97 puntos ante el proceso de determinación del ICA.

La carga orgánica en el agua se convierte en un factor que desencadena la alteración de otros parámetros, debido a la descomposición que de manera natural presenta dicha materia, resaltando en estos procesos la presencia de microorganismos que tienen lugar en la transformación de los componentes y, que también son causa-efecto de los cambios microbiológicos como indicadores de calidad del recurso hídrico. Para este caso, los coliformes totales registraron en algunas zonas puntuaciones bajas para la calificación del ICA como fueron valores de 3.9, siendo en general para todas las áreas analizadas una medida de calidad de agua que no fue favorable.

Estos escenarios aunados con las prácticas desarrolladas en los predios donde se localizan las quebradas muestreadas, confluyen en ambientes que de acuerdo con la realidad del área de estudio posibilitan la alteración del agua; implicando esto que las medidas correctivas recaen sobre la transformación de la infraestructura tanto de captación y distribución del recurso como de disposición de los efluentes posterior al uso realizado del agua por parte de la comunidad.

Es así, que el contexto microbiológico en los predios rurales es complejo siendo los resultados del ICA la evidencia de lo expresado; pero es relevante destacar que la evaluación del recurso hídrico se efectuó teniendo en cuenta variables físicas, químicas y microbiológicas por la multiplicidad de usos que el productor realiza del agua, por lo tanto este proceso correspondió con una apreciación amplia de parámetros que direccionan la estimación de valor de uso por parte de la comunidad.

A pesar de la incidencia desfavorable de los coliformes totales para el ICA, se recalca que los resultados de este índice en el área de estudio fueron aceptables puesto que en dos zonas

las condiciones del agua evaluada se encontraron como excelente y para diez buena, siendo los rangos de ICA entre 90-100 agua que no requiere tratamiento para consumo y 80-90 necesidad menor de purificación (Escenarios Hídricos, 2018).

Estos resultados, en términos de calidad mostraron que a pesar de no llevarse a cabo tratamientos que propendan por condiciones apropiadas para usar el agua sin riesgo alguno, las características generales bajo el ICA en algunos puntos hacen viable la utilización en consumo, que es considerada como una actividad en la que la que el recurso debe presentar condiciones óptimas, especialmente a nivel microbiológico. Por esta razón, parte de la interpretación del ICA se asocia con este uso, dado que, si el agua es posible utilizarse para esta actividad, también se hacen viables prácticas menos exigentes como aquellas asociadas con actividades domésticas, agrícolas y pecuarias que fueron referente en esta investigación.

Esto pone de manifiesto que la calidad de agua que puede ser valorada bajo importantes argumentos, teniendo como principal referente la disponibilidad del recurso hídrico para ser utilizado en las diferentes actividades que el productor demanda en el marco de la producción agrícola y pecuaria, sin dejar de lado la relevancia del núcleo familiar frente a los requerimientos del recurso para uso doméstico.

Es notable indicar que la posibilidad de uso, bajo el análisis del ICA se presentó sin restricciones sustanciales en el contexto de las actividades propias que se realizan en el área de estudio, destacándose que la evaluación de calidad de agua señaló mínimos factores de riesgo para el uso que se le suministra al recurso en los predios investigados y, demostró que un análisis de agua bajo criterios técnicos indican posibilidades de uso del recurso y, se convierte en una oferta hídrica invaluable para la comunidad beneficiaria del recurso.

3.1.5 Índice de Contaminación de Agua-ICO

Los índices ICOMI, ICOMO, ICOSUS e ICOTRO permitieron identificar consideraciones relacionadas con cargas contaminantes en los puntos muestreados, siendo relevante indicar que en ninguno de los sitios se encontraron valoraciones correspondientes con índices de contaminación altos. En el análisis de los índices, es necesario tener en cuenta que:

En el ICOMI los parámetros de interés son alcalinidad, dureza y conductividad, variables que son de gran importancia, por su sentido fisicoquímico dentro de las

fuentes superficiales, ya que el equilibrio y balance de estas variables hace posible la presencia de fauna acuática (O.N.G. Servicios Ambientales de Caldas. Op. cit., p.156).

En la interpretación de este índice prevalece el tener en cuenta que, la existencia de biota se convierte en un indicador favorable de bajos componentes contaminantes, lo cual resulta en viabilizar las posibilidades de uso del agua por parte de las comunidades sin priorizar un análisis integral de todos los parámetros que influyen en los procesos de polución en el recurso hídrico, en este contexto es relevante mencionar que el ICOMI se registró como muy bajo en el 17% de los sitios, bajo en 58% y medio en 25% de los puntos de los muestreados (Figura 23).

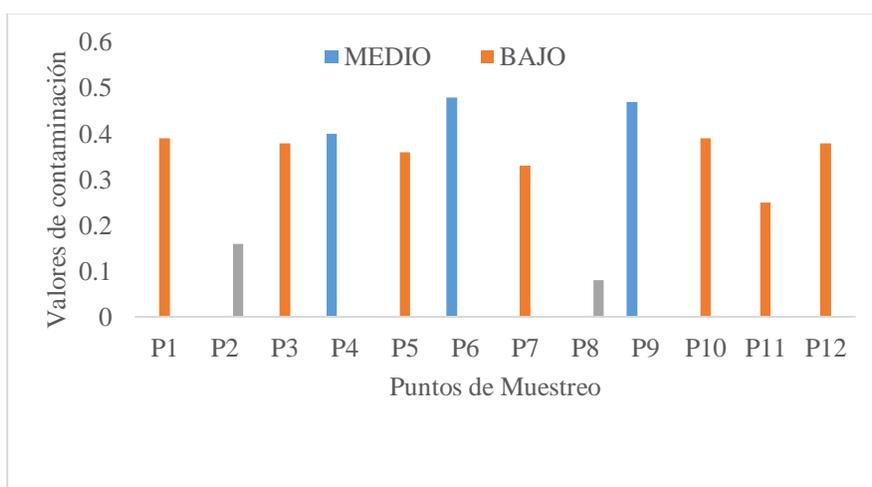


Figura 23. Índice de contaminación por mineralización.

Esta dinámica evidencia que el agua presentó carga contaminante correspondiente con sólidos disueltos, cationes de calcio y magnesio y aniones de carbonatos y bicarbonatos, aunque a través del ICOMI se identificó que el contenido de estos elementos fue bajo para un compendio de predios, es relevante tener presente en términos de los usos que las personas realizan del agua las alteraciones que presenta el recurso en los puntos donde este índice obtuvo una calificación media, indicando esto que existe un nivel de contaminación.

Solís, Moreno y Ortiz (2015) expresan que el ICOMI agrupa la categoría por contaminación asociada con sustancias disueltas, este planteamiento permitió analizar que con base en las prácticas agropecuarias y domésticas del área de estudio se generan diferentes desechos que al ser depositados en sitios inadecuados como lo es para este caso las fuentes hídricas, éstos

al estar expuestos a condiciones climáticas y específicamente a procesos de descomposición en medios acuosos se desintegran en diversas partículas, que con el tiempo y las condiciones mencionadas se convierten en sustancias que el ecosistema no logra degradar totalmente y por tanto terminan alterando la calidad del agua.

En este sentido, la presencia de distintos materiales en las fuentes representa un factor relevante a tener en cuenta ante los usos que se realiza del agua y, por esta razón es necesario analizar el ICOMO expresado a través de diferentes variables fisicoquímicas, que en conjunto recogen efectos distintos de la contaminación orgánica (Mosquera, 2016). La materia orgánica suele proceder de diversas fuentes que conjugan tanto escenarios antrópicos como naturales, caracterizándose como los de mayor riesgo para el contacto directo con las personas aquellos elementos que se relacionan con la variable de coliformes totales, ya que se suele atribuir en gran proporción la presencia de este grupo de bacterias en las fuentes hídricas a la disposición de excremento humano y animal.

También es importante mencionar que en los recursos suelo y flora se encuentran ampliamente dichas bacterias, por lo que el ecosistema en el marco de sus propias interacciones contribuye a la contaminación microbiológica. Por lo cual, el contenido de materia orgánica inherente del suelo se convierte en un factor a tener en cuenta en el análisis de este índice, puesto que las partículas de tierra se desprenden generando aportes de elementos orgánicos al agua que requieren ser degradados por otros organismos, lo cual resulta en alteraciones de parámetros como la Demanda Biológica de Oxígeno-DBO- que evidencia los altos y/o bajos de requerimientos de oxígeno por parte de los microorganismos para descomponer la materia presente en el agua.

Lo planteado muestra que, el ICOMO frente a la dinámica de la materia orgánica reúne diversos procesos que suelen no ser visibles pero que en términos físico-químicos y microbiológicos existen interacciones que manifiestan cambios en las condiciones del agua, resaltando que algunos son más significativos que otros.

En el contexto indicado, la figura 24 muestra que este índice en el área de estudio se presentó para el 75% de los puntos en cualificación muy baja y 25% en baja, lo cual evidencia que la contaminación por materia orgánica no es nula; aunque los resultados manifiestan que el contenido de elementos aportantes pueden ser mínimos, es importante que los habitantes

tengan presente el riesgo que implica el utilizar agua para consumo humano sin tener en cuenta especificaciones aptas para dicho uso.

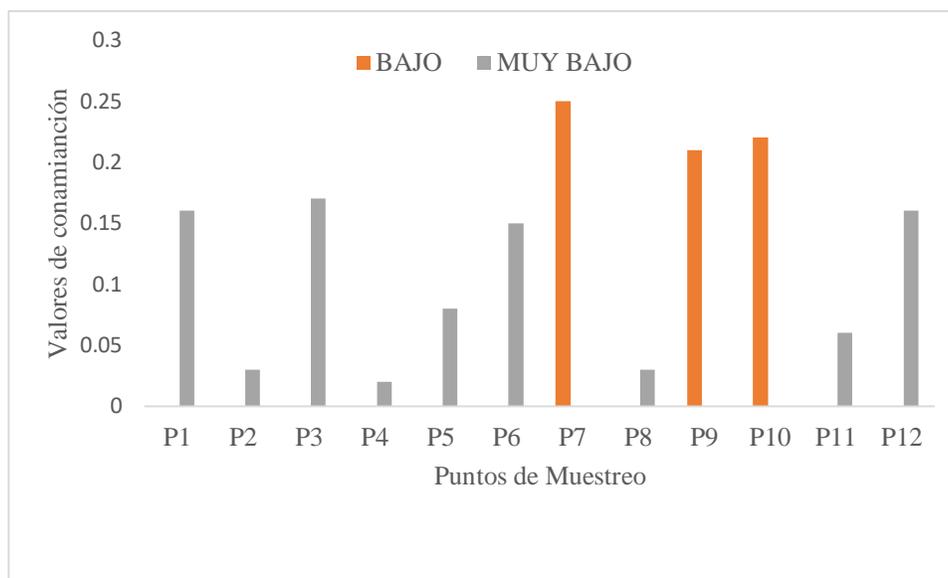


Figura 24. Índice de contaminación por materia orgánica.

Las razones por las cuales el recurso hídrico suele presentar elementos contaminantes provienen tanto del contexto natural como antrópico, por lo que identificar las acciones específicas que provocan los cambios en el agua es un proceso que se dificulta aún más debido a la clasificación de contaminantes.

Aunado con lo anterior, el ICOSUS refleja la concentración de sólidos suspendidos que se definen como partículas sólidas orgánicas o inorgánicas que se mantienen en suspensión en una solución (Liere, 2017. P. 25), este índice bajo la dinámica de la producción agropecuaria y sin dejar de lado las actividades domésticas que indirectamente hacen parte del contexto rural analizado, es el resultado de materiales, sustancias y diferentes elementos que por acción natural o antrópica entran en contacto con el entorno acuático y/o terrestre.

Lo mencionado, potencializa que en dichos medios se desarrollen procesos físico-químico en los que se generan la presencia de partículas que generalmente no logran identificarse visualmente y, por esta razón la eliminación de las mismas a través de las acciones propias de las comunidades se dificulta.

En el escenario planteado, en las fuentes hídricas se suelen encontrar partículas puesto que éstas llegan allí como resultado de las corrientes de aire, las pendientes del terreno y hasta la

estructura de las redes hídricas que, dependiendo de su localización en términos de relieve y dinámica altitudinal, se favorece o no la disposición y/o acumulación de estos elementos que con el tiempo se dispersan en las corrientes de agua, pero que habitualmente existen en menor o mayor proporción en los cuerpos hídricos.

Es así, que los sólidos suspendidos por presentar tamaños y formas de carácter imperceptible no son evidentes para las personas que realizan uso del agua, y por esta razón no se tienen en cuenta como una fuente de riesgo ante las actividades donde utilizan el recurso.

La figura 25 permitió indicar que en el 92% de los sitios evaluados este índice resultó muy bajo y sólo el 8% correspondiente a un punto de abastecimiento presentó una cualificación de bajo, lo que refleja que más allá de un contenido alto de sólidos en el agua es importante caracterizar la tipología de estos, puesto que una baja representación de los elementos analizados no anula los efectos que éstos puedan ocasionar en el mismo medio acuático y en los procesos en los que el recurso hídrico se utilice.

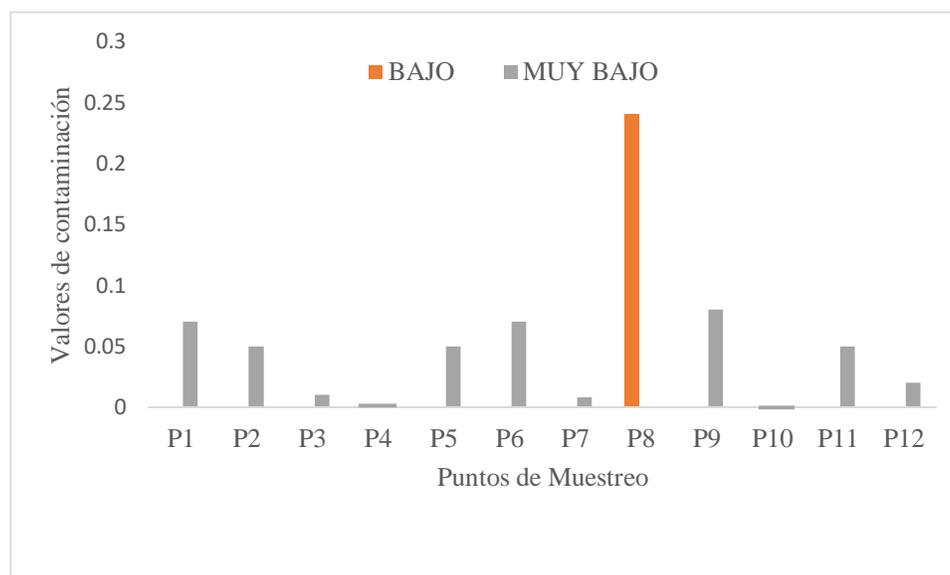


Figura 25. Índice de contaminación por sólidos suspendidos.

En un muestreo de agua se logran identificar diferentes factores que intervienen en el aporte de cargas contaminantes a las fuentes hídricas, López, Fernández, Franco, Galeano, Alonso, Benitez y Mazó (2016) refieren que:

El índice ICOTRO depende de la contaminación de fósforo, suele ser el nutriente limitante en los ecosistemas, y define de por sí el tipo de organismo fotosintético que

va a prevalecer, así como la tendencia a la eutrofización de los sistemas acuáticos (p. 561).

El contenido de nutrientes debería aportar condiciones favorables pero este escenario es complejo, ya que el exceso de los mismos en el agua termina siendo perjudiciales para los procesos naturales de los ecosistemas.

Es relevante tener en cuenta que, los procesos de eutrofización en el agua corresponden con cargas de elementos como el fósforo que aceleran el crecimiento de plantas, las cuales con el tiempo terminan su ciclo biológico y se inicia la descomposición de esta materia orgánica que es un proceso altamente demandante de oxígeno disuelto, estas circunstancias provocan en el agua la alteración de diversos parámetros físico-químicos que generan pérdida de calidad y por lo tanto desarrollo de focos contaminantes.

Frente a los resultados de este índice, la figura 26 mostró que el 8% de los puntos muestreados presentó categoría oligotrófica y el 92% eutrófica lo que puede asociarse con que el registro de fósforo total en el área de estudio, provenga tanto de la dinámica agropecuaria (uso de abonos) como de los efluentes que resultan por actividades domésticas.

De esta manera, es relevante considerar que la ubicación de los puntos muestreados frente a los sitios donde se llevan a cabo las prácticas mencionadas, se convierte en un factor que agiliza los procesos de eutrofización; Álvarez (2015) expresa que en las categorías eutrófico y oligotrófico el primer término referencia que en la cuenca el suministro de la materia orgánica es fundamentalmente autóctono, mientras que el segundo indica que la materia orgánica existente en la cuenca es suministrada de manera alóctona que refiere factores externos.

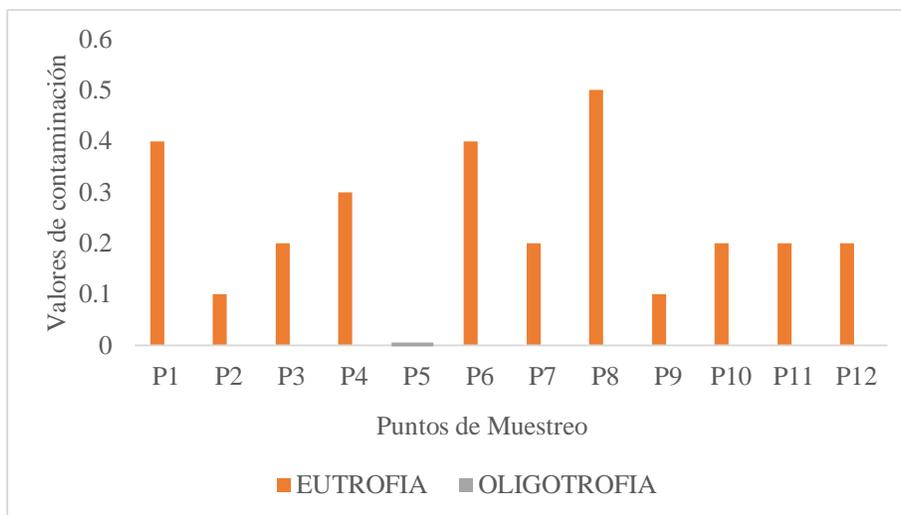


Figura 26. Índice de contaminación trófica.

En el marco de este planteamiento, se precisa que las condiciones propias del entorno inciden básicamente para que la producción excesiva de nutrientes derivada del escenario rural mencionado, potencialice el desarrollo de una gran cantidad de fitoplancton que limita las interacciones tróficas del ecosistema acuático y, así esencialmente dicha vegetación u otros organismos se transforman en materia orgánica que con el paso del tiempo son el foco de procesos contaminantes en las fuentes hídricas.

La eutrofia y oligotrofia a modo de escenarios que clasificaron el contenido de nutrientes como el fósforo total en las fuentes analizadas, ponen de manifiesto que oscilando entre 0-0.5 mg/l la cantidad de este nutriente en las fuentes no es un contexto de mínima importancia ambiental, puesto que al registrarse la mayoría de los puntos muestreados en categoría eutrófica es la evidencia de que las prácticas desarrolladas en el área están generando influencia sobre este parámetro de contaminación.

Teniendo en cuenta los índices de contaminación aplicados a excepción del ICOTRO, se resalta que en general el 75% de los sitios muestreados se encontraron en condiciones de baja y muy baja cualificación, lo que mostró que, a pesar de la dinámica agropecuaria y doméstica existente en la zona, las fuentes hídricas utilizadas conservan condiciones bióticas y abióticas que les permite mitigar los efectos de la dinámica antrópica.

3.2 Valoración del Agua

Una caracterización de los escenarios involucrados en la valoración económica del servicio ecosistémico de abastecimiento hídrico, utilizado por los productores del grupo asociativo ASOENSAY determinó que existen antecedentes en la vereda sobre la dinámica económica por el uso del agua, evidenciando que durante el tiempo que la comunidad ha estado asentada en la zona se ha pagado por este servicio siendo importante resaltar, la consideración que prevaleció fue la negación por el costo económico del agua soportada sobre concepciones como recursos naturales públicos y localización de fuentes en propiedad privada.

Con referencia en lo expresado, el ejercicio permitió establecer que variables como “costo económico” y “perspectiva de pago por uso del agua” fueron los ejes bajo los cuales la población objetivo argumentó los escenarios que se asociaron con la valoración económica del agua en el área de estudio. Para lo cual se tuvo en cuenta lo estipulado en el componente B y C de la sección III del formato de encuesta empleado en el trabajo de campo de la investigación (Anexo 1).

3.2.1 Costo económico del agua

Los productores consideraron en un 73% que el hacer uso del recurso hídrico no debe tener ningún costo; mientras que un 27% afirmó lo contrario soportado en que la aceptación de un costo conlleva al pago por el acceso al agua y, que éste proceso se llevaría a cabo teniendo en cuenta que el criterio de calidad (Figura 27) del recurso fue la opción seleccionada por el 83% de las personas que estuvieron de acuerdo con la variable analizada. También, es relevante mencionar que el argumento expresado por la comunidad en un 44% para justificar el no costo económico del agua fue que éste es un recurso natural público (Figura 28).

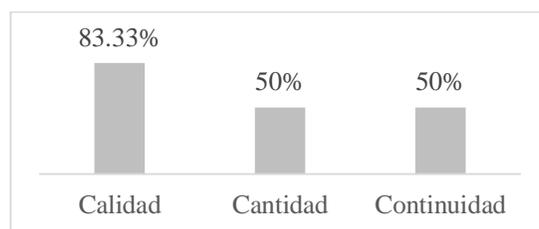


Figura 27. Requisitos para pago de uso.

En este orden de ideas, se identificó que menos del 50% de la población consideró favorablemente la aceptación de un costo económico por usar el agua, se resalta que entre los

critérios a tener en cuenta como parte de este proceso son los indicados en la figura 27, en el que siendo la calidad del recurso el destacado, también la cantidad y continuidad se evidenciaron como importantes dado que en la realidad de las múltiples prácticas que se ejecutan en las fincas, una priorización se complejiza ya que confluyen intereses desde el contexto productivo y doméstico, por lo cual la dinámica porcentual se presentó con pocas diferencias infiriendo que el consumo humano se reflejó en la variable de calidad.

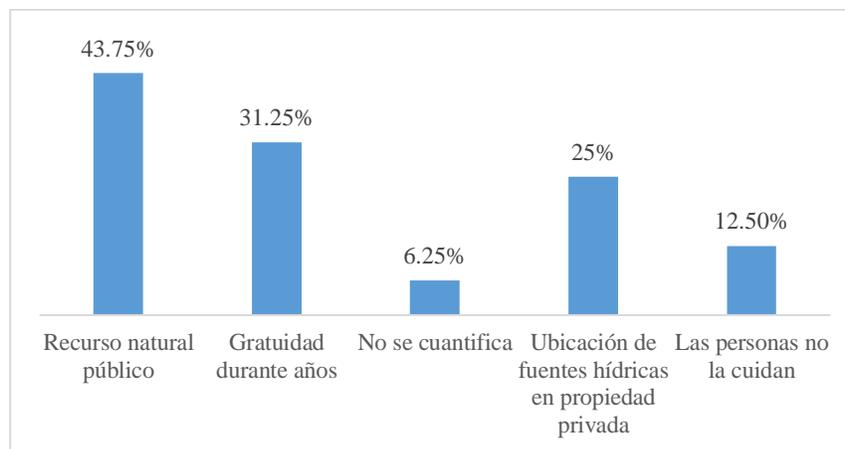


Figura 28. Variables asociadas al no costo del agua.

La interpretación del costo económico del agua estuvo mediada por las concepciones de la comunidad frente a un contexto rural, donde los procesos de regulación por parte de autoridades competentes en gestión hídrica son mínimos. Por esta razón, la población consideró que el usar el agua no debería tener un costo y, aunque fueron varias las opciones planteadas, la dinámica porcentual mostró que el uso de los recursos naturales en la zona rural se concibe como una acción que puede realizarse sin control alguno.

Los contextos indicados para el no costo del agua se encontraron relacionados dado que en la ruralidad la adquisición de un predio provee el acceso a los recursos naturales que lo circundan y, aunado con la ausencia institucional para regulación de uso de los mismos, generó escenarios de apropiación que con el paso del tiempo ha provocado una conceptualización equivocada frente al acceso y uso responsable de recursos como el agua.

A pesar de la primacía de concepciones que no involucran un manejo sostenible del agua y que por ende minimizan visiones a futuro, con relación a la importancia que representó la

disponibilidad de agua para la dinámica social y productiva del área de estudio, se estableció que el mecanismo de pago por manejo de dicho recurso y por tanto accesibilidad a los productores no es una práctica desconocida ni nueva en la vereda, dado que el 55% de la población objetivo afirmó haber pagado por el uso del agua, lo que pone de manifiesto el reconocimiento del costo económico que se asume en contraprestación a la disposición de agua en los predios.

3.2.2 Perspectiva de pago por uso del agua

La aceptación de pago por uso del agua no fue favorable en el 23% de los productores, quienes indicaron en un 60% que los ingresos económicos son bajos como explicación frente a la negación para el pago por el uso del recurso natural analizado. Con relación a la población que aceptaría el mecanismo económico, se encontró que, para la dinámica de uso del agua en la finca, la actividad en la que este recurso debería pagarse a un mayor valor es la práctica de riego con un 57% de reconocimiento por parte de la comunidad.

En el escenario de pago se estableció que, el medio empleado para contribuir económicamente por el uso del agua sería el monetario en un 64%, a partir de lo cual se indagó en la frecuencia y el valor aproximado que los productores estarían dispuestos a pagar, encontrándose que el 50% de la comunidad consideró realizar el proceso anualmente (Figura 29), de los cuales el 64% expresó que el valor económico por usar el agua osciló entre \$5.000-8.000 (Figura 30).

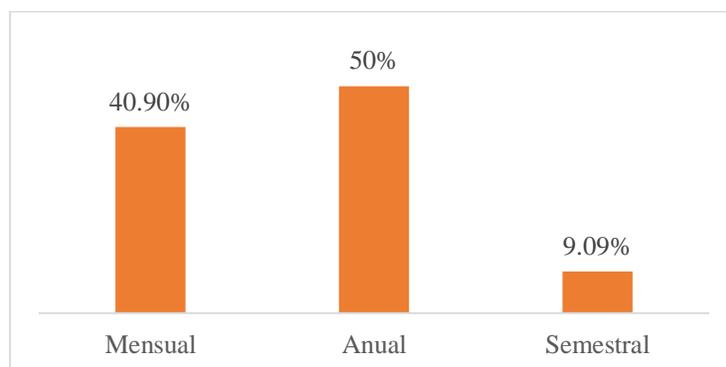


Figura 29. Frecuencia para disponibilidad a pagar.

En el ejercicio de valoración económica, la frecuencia de pago por uso del agua demostró que el productor no percibe la dinámica de utilización del recurso como un proceso enmarcado bajo una regulación que, en el largo plazo debe corresponder con la funcionalidad de un servicio público. Por esta razón, la periodicidad de pago destacada fue la anual, en la que se evidenció que, con un pago durante el año se compensaría el abastecimiento que la comunidad obtiene del uso del agua en términos de cantidad y calidad.

No obstante, también se identificó en la figura 29 que la opción de pago mensual fue registrada con un 40% de aceptación, lo cual permitió inferir que en una proporción importante de la población objetivo reconoce la importancia de implementar prácticas técnicas y administrativas que, coadyuven en la conservación del servicio ecosistémico hídrico que en la actualidad utilizan sin medida alguna. Y que dichas acciones demandan recursos monetarios, por lo cual es necesario como usuario del agua asumir una corresponsabilidad económica en el manejo del recurso.

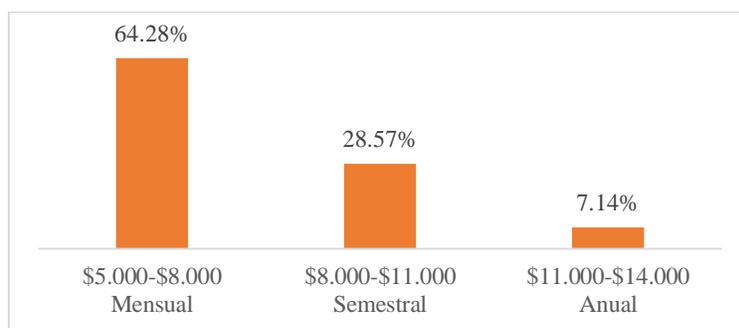


Figura 30. Valor a pagar en períodos de tiempo.

En el contexto de asignación monetaria por uso del agua se determinó que, entre las opciones indicadas en la figura 30, la de menor valor en pesos fue la seleccionada por los productores, lo que representa una posible valoración económica al uso que realiza del servicio ecosistémico hídrico. Por lo cual, fue relevante en el ejercicio de valoración la disposición de aceptación de un costo económico, en la que se reconoció que usar el recurso demanda de una contribución por parte de los productores como principales usuarios del recurso.

En este sentido, el costo que la comunidad asumió reflejó tanto la condición de ingresos en el predio como la conciencia de uso de recursos naturales que se deterioran y, por lo tanto, su manejo involucra la gestión propia de los usuarios. De esta manera, este ejercicio, mostró

la fragmentación que existe entre los productores del grupo asociativo como usuarios del agua, frente a un mecanismo para valoración del recurso que tiene implicaciones en el contexto monetario de cada finca.

No obstante, se identificó un reconocimiento por parte del 86% de los productores en que el pagar por el agua es una estrategia viable para lograr que las personas adopten prácticas de conservación del recurso. Situación que contribuyó a justificar la importancia de la valoración económica del agua, ya que se presenta la necesidad de disponer del recurso a largo plazo y, de generar acciones para manejar las alteraciones antrópicas que ponen en riesgo características del agua que son importantes para la comunidad como son la continuidad, calidad y cantidad del recurso hídrico.

Siendo el ejercicio de valoración económica del agua, un proceso que alrededor del contexto monetario presentó las múltiples perspectivas que acompañan el deber ser o no de la argumentación en el pago por uso del recurso hídrico. Se determinó que en el área de estudio existe una proporción poblacional que reconoció la necesidad e importancia de las prácticas de valoración.

Aunque la disparidad en variables como asignación monetaria y frecuencia de pago evidenció que, las percepciones frente a este ejercicio hacen parte de los intereses del productor según el rol que desempeñe en la finca y su forma de acceso al recurso; en la figura 31 se mostró la forma en la que los productores podrían contribuir en las diferentes acciones que conllevan hacia la conservación como parte de la valoración económica del agua.

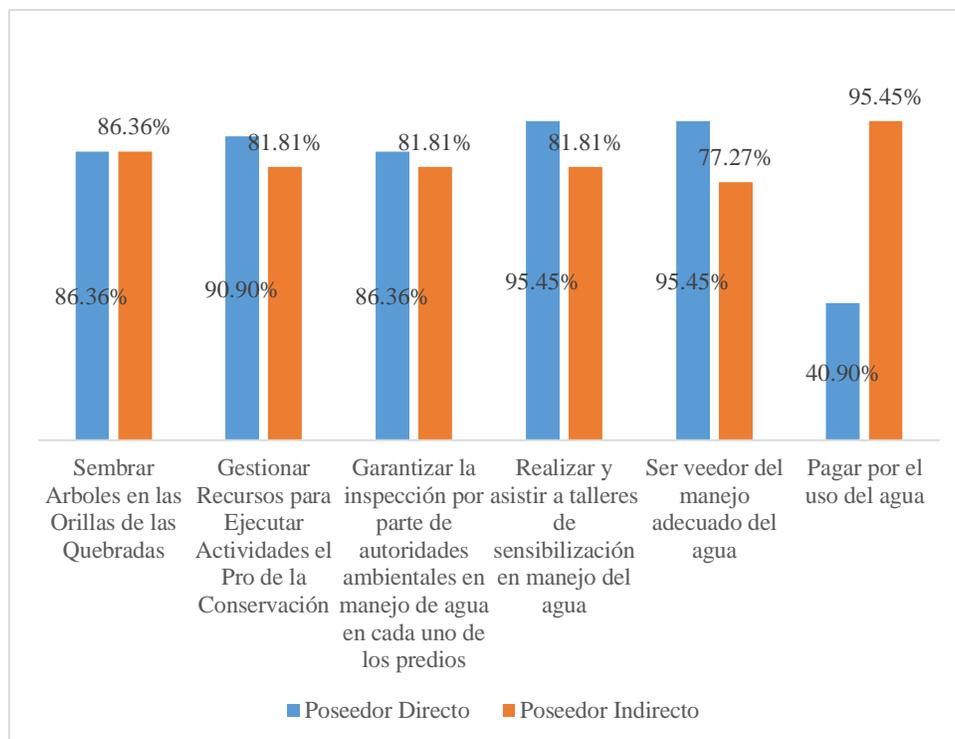


Figura 31. Rol del productor en la conservación del agua.

Con base en la información de la figura 31 se determinó como poseedor directo el productor que, dentro de los límites del predio tiene acceso a fuentes hídricas e indirecto el que no presenta disponibilidad de arroyos y/o quebradas y, por lo tanto, para acceder al recurso depende de otros predios.

En términos de actores involucrados en el uso del recurso, se determinó que existe un reconocimiento de responsabilidad compartida en todas las acciones planteadas siendo importante que la conservación del agua no incurre sobre quien accede directa o indirectamente a la fuente, sino que toda la comunidad debe propender por la implementación de acciones que favorezcan la continuidad del servicio ecosistémico de abastecimiento hídrico utilizado en las actividades productivas y domésticas de la finca.

Es de resaltar que, en las primeras cuatro opciones del gráfico el poseedor directo del agua se consideró como el que tiene mayor responsabilidad en la ejecución de las acciones indicadas, reflejando que en aquellas fincas donde el agua aflora el productor debe apropiarse con mayor ímpetu del proceso y, generando entonces en el poseedor indirecto un menor

compromiso en la implementación de las prácticas propuestas.

La última opción que abordó específicamente el pago por uso del agua, se presentó en un 95.45% que el cumplimiento de la misma debería efectuarse por quienes no tenían acceso directo al agua, demostrando que quienes están en el rol contrario adoptan posiciones tendientes a la apropiación del recurso y se asume libertad de uso sin regulación alguna.

3.2.3 Valoración Contingente

En el marco del establecimiento de un valor aproximado que, permita dar a conocer cuantitativamente el costo de producción del volumen de agua que actualmente ofertan los doce puntos muestreados, se aplicó el método de valoración contingente que permite contar con valores que estiman el aporte económico de las actividades de conservación (Aguirre, Gaona y Samaniego, 2019).

Con referencia en lo expresado, la valoración del uso que actualmente se realiza del agua a través del método indicado permitió establecer el posible costo que representa en un mercado la producción del recurso hídrico y, que en términos cuantitativos se reflejó en los caudales registrados en cada uno de los puntos muestreados. Destacando que el valor obtenido solo involucró los procesos in-situ que se llevan a cabo sin intervención antrópica y, que permiten la regulación del servicio ecosistémico hídrico que garantizar volúmenes de agua susceptibles de aprovechamiento por parte del productor.

En concordancia con lo expuesto, para la determinación del costo de producción del agua se emplearon los resultados de caudales obtenidos en el muestreo y el precio por m³ establecido por la Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo del municipio de Campoalegre – EMAC-. A pesar que los puntos muestreados no registran tratamiento alguno que garanticen calidad de agua para referenciar un valor económico, tal como se establece en la EMAC, se utilizó el precio asignado por la empresa desde un contexto local.

En la tabla 3, se relaciona la valoración contingente de la oferta hídrica identificada en los puntos muestreados que abastecen los predios que conforman el área de estudio.

Tabla 3. *Costo de oferta hídrica*

<u>Puntos de Muestreo</u>	<u>Caudal (m³/mes)</u>	<u>Valor Contingente</u>
PM 1	414,72	\$369.760
PM 2	466,56	\$415.980
PM 3	855,36	\$762.630
PM 4	1.166,40	\$1.039.951
PM 5	1.373,76	\$1.224.831
PM 6	1.451,52	\$1.294.161
PM 7	1.866,24	\$1.663.921
PM 8	6.972,48	\$6.216.593
PM 9	11.612,16	\$10.353.286
PM 10	22.032,00	\$19.643.511
PM 11	42.431,04	\$37.831.091
PM 12	81.777,60	\$72.912.090
Total		\$153.727.805

Con base en la información anterior, se estableció que el valor de \$153.727.805 representa económicamente el costo contingente mensual de la oferta de agua soportado en los caudales registrados durante el muestreo de calidad del recurso hídrico. Frente a este valor y los volúmenes de agua que están asociados, se estableció el nivel de demanda que existe por el recurso en términos de la cuantificación del uso doméstico, agrícola y pecuario, identificándose de manera transversal la sostenibilidad intergeneracional por predio, la participación de la demanda sobre el servicio ecosistémico hídrico y la disponibilidad de agua para el entorno ecosistémico (Tabla 4).

Tabla 4. *Factores relacionados con la demanda hídrica*

<u>Punto de Muestreo</u>	<u>Predio (s)</u>	<u>Demanda (m³/mes)</u>	<u>Sostenibilidad Intergeneracional (ud)</u>	<u>Participación de la demanda sobre el servicio ecosistémico (%)</u>	<u>Disponibilidad hídrica (%)</u>
PM 5	P 1	2,18	630	0,16	99,84
PM 11	P2-P8-P9-P10- P11-P12	10,83	3.918	0,03	99,97

PM 10	P 3-P 6	10,5	2.098	0,04	99,96
PM 9	P 4-P 7-P 18	9,21	1.261	1,38	98,62
PM 7	P 5-P 21	2,97	628	0,27	99,73
PM 1	P 13	0,18	2.304	0,57	99,43
PM 4	P 13-P 17	6,66	175	0,06	99,94
PM 2	P 14-P 16	6,45	72	0,16	99,84
PM 8	P 14-P 19-P 20	10,08	692	0,14	99,86
PM 3	P 15	2,28	375	0,08	99,92
PM 6	P 22	0,9	1.613	0,05	99,95
PM 12	P 22	2,25	36.346	0%	100%

Teniendo en cuenta que, son “los demandantes del agua el mercado hipotético bajo el cual se trata de descubrir el valor que los individuos conceden a los distintos recursos ambientales” (Hernández, Vázquez, Loranca y Manus, 2019, p.17); a partir de la demanda hídrica se evidenció que ésta incidió sobre otros factores como la sostenibilidad intergeneracional debido que, a través del tiempo al mantener las variables de oferta y demanda se identificó un nivel aproximado que proyecta la sostenibilidad de los caudales frente a los actuales requerimientos del recurso.

En este sentido, mientras menor sea el consumo actual se estaría haciendo sostenible la oferta para futuras generaciones, por lo tanto, según esta investigación es importante tener en cuenta que el 50% de los predios (P3-P4-P6-P7-P13-P14-P16-P17-P18-P19-P20) presentó consumos superiores al promedio establecido, es decir 3m³/mes.

Desde el contexto de valoración, la sostenibilidad del agua con base en los requerimientos registrados por parte de las fincas indicadas evidenció que, la relación entre número de generaciones y oferta identificada depende directamente de un consumo que corresponda por los menos racionalmente con el promedio. Dado que, las cuantificaciones mostraron que en puntos como PM 10 donde se encontró oferta de 22.032 m³/mes, la sostenibilidad actual es de 2.098 generaciones, empero si se ajusta a un consumo cercano al promedio se obtendría

un aumento aproximado del 24% que correspondería a 7418 predios.

De este modo, es de resaltar que el nivel de sostenibilidad intergeneracional entendido como el número de familias que podrían abastecerse en el tiempo, estuvo por debajo de 1.000 en un 50% de los puntos muestreados, generalmente en sitios donde la oferta hídrica fue menor de 10.000 m³/mes. No obstante, el caso contrario no se presentó en el restante de los puntos, ya que en PM1 que abastece a la finca P13 la sostenibilidad fue superior a 2.000, situación que está asociada a que el sitio mencionado es utilizado por una finca y que la oferta estuvo por debajo de 500 m³/mes, lo que demostró la relevancia de registrar bajos consumos (0,18 m³/mes) que favorecen la disponibilidad de agua para generaciones futuras.

En el marco de lo expresado, Martín y Bautista (2015) mencionan que la preservación del agua como derecho de las generaciones futuras refleja la tensión entre las necesidades y preferencias de las generaciones actuales, por lo cual en este análisis fue evidente que el número de predios con su respectivo consumo incidieron proporcionalmente en el nivel de sostenibilidad.

Lo anterior, ya que cada finca a pesar de tener sistemas agrícolas, pecuarios y domiciliarios similares, llevó a cabo dinámicas de consumo diferentes que respondieron a intereses particulares como el económico, familiar y productivo que generó marcadas diferencias entre puntos que tienen ofertas hídricas equivalentes pero que, debido a demandas de agua extremas cuantitativamente, se obtuvieron resultados para sostenibilidad intergeneracional alterados desde una perspectiva de oferta hídrica.

En términos de oferta y demanda hídrica, la presión que se generó en el ecosistema bajo los escenarios de participación de la demanda sobre el servicio ecosistémico y la disponibilidad hídrica, se calificó como baja ya que en todos los puntos de muestreo indistintamente de los volúmenes que se utilicen para suplir las actividades en cada uno de los predios se encontró que, las reservas de agua que permanecen en las fuentes como parte de la regulación hídrica para preservar las interacciones entre los recursos bióticos y abióticos que conforman los ecosistemas y que producen los servicios ecosistémicos fueron superior al 97%.

Aunado con lo anterior, y teniendo en cuenta la información de la tabla 4 se identificó que la participación de la demanda hídrica frente a la disponibilidad en el área de estudio es en promedio del 0,25%, demostrando esto que cuantitativamente la relación entre oferta y demanda en el 92% de los puntos muestreados estuvo por debajo del 1%.

Con referencia en lo descrito, es importante resaltar que el 59% de los predios presentaron los consumos más altos indagados con la población objetivo (0,36 m³/mes) que correspondieron con la actividad agrícola. Frente a este resultado, y siendo necesario mencionar que los requerimientos hídricos fueron porcentualmente mínimos con relación a la oferta, el IDEAM (2018) afirma bajo el Estudio Nacional del Agua –ENA- que el uso total de agua en la agricultura disminuyó un 4%.

A nivel de consumos y siendo relevante para la conservación del recurso hídrico que la oferta sea mayor a la demanda; para esta investigación fue aún más significativo el hecho que el sector agrícola presente reducciones en los volúmenes de agua, dado que la producción cafetera fue la que representó los mayores requerimientos del recurso. Aunque, se demostró cuantitativamente que los consumos no superaron los niveles de agua en términos de caudales registrados, es útil resaltar que independiente de la cantidad de agua que se use para suplir acciones antrópicas deben implementarse procedimientos de valoración económica.

Lo anterior, debido que no solo la cantidad extraída de la fuente hídrica, es lo que afecta la dinámica ecosistémica, sino que atributos como la calidad que presenta el recurso para el aprovechamiento y, las condiciones bajo las cuales se retorna al ecosistema son condiciones fundamentales a tener en cuenta ante la importancia de la valoración económica del agua, en el marco de medidas de manejo tendientes a equilibrar la necesidad de uso del servicio ecosistémico hídrico ofertado por el ecosistema que circunda el área de estudio.

En este orden de ideas, en la Tabla 5 se muestra la valoración económica soportada en el costo mensual de la oferta hídrica proveniente de los doce puntos de muestreo, a partir del cual se determinó el precio mínimo que debería pagarse para hacer sostenible el servicio ecosistémico hídrico, teniendo en cuenta la participación promedio de la demanda hídrica,

los valores establecidos por los productores como la disposición a pagar por usar el agua en las actividades productivas de las fincas y el porcentaje subsidiado tomado como base de la EMAC para usuarios en estrato uno como referente para población rural.

Tabla 5. *Valoración contingente*

<u>Costo contingente</u>	<u>Precio mínimo</u> (0,25%)	<u>Costo mínimo</u> <u>por finca</u>	<u>Costo con Subsidio</u> (60%)	<u>Disposición</u> <u>a pagar</u> (mes)
\$153.727.805	\$377.024	\$17.137	\$61.491.122	≤\$165.000 ≥\$111.000

Con referencia en el costo identificado que debería pagar cada productor para hacer sostenible la continuidad de uso del servicio ecosistémico de abastecimiento hídrico, Vásquez (2017) expone que el precio hedónico estima el valor de un atributo de calidad para obtener la disponibilidad a pagar por las características de un bien o servicio que no proporciona el mercado.

De este modo, es necesario destacar que el recurso hídrico utilizado en las fincas no responde a la prestación de un servicio de acueducto como proceso comercial, razón por la que de manera directa los productores hacen uso y aprovechan las cualidades intrínsecas que presenta el agua. En el área de estudio, el precio hedónico identificado correspondió al valor mínimo que debería pagarse para mantener la oferta de agua y hacer de ésta un recurso sostenible para las generaciones futuras.

Con relación al pago mínimo por uso del agua, que correspondió con \$377.024 se encontró al indagar con la población objetivo frente a la disponibilidad mínima y máxima a pagar por usar el recurso, que el precio propuesto por los productores solo representó un 44% del costo, destacando que este escenario se presentó bajo el valor de máxima disponibilidad de pago. En concordancia con lo indicado, en la Tabla 6 se relacionan los valores correspondientes al 56% restante y debe compensarse a través de medidas de manejo, dado que el costo por utilizar el agua debe involucrarse como parte de la sostenibilidad del servicio ecosistémico.

Tabla 6. *Compensación económica*

<u>Compensación mínima</u>	<u>Compensación máxima</u>	<u>Compensación por finca</u>
\$212.024	\$266.024	\$9.637

En la determinación del precio hedónico fue necesario establecer una tarifa mínima, puesto

que en la indagación de la disponibilidad a pagar (Anexo 3) se encontró que algunos productores no registraron un costo para retribución por uso del agua, aunado con el hecho que la frecuencia anual indicada en ciertas fincas provocó que el resultado promedio estuviera alrededor de \$90.000, valor que aumentaría la compensación en términos de medidas de manejo. Por esta razón, se tomó como referente para aquellos predios donde la frecuencia fue diferente a la mensual, el valor más bajo indicado por la comunidad (\$5.000-\$8.000) para de esta manera generar un precio hedónico razonable según el contexto rural investigado.

Siendo necesario tener presente que, el Decreto 1076 de 2015 reguló la inversión para recuperación, conservación, preservación y vigilancia de la cuenca hidrográfica que alimenta la respectiva fuente hídrica (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Op. cit), se tomó como referencia algunas generalidades establecidas en el capítulo 3 del título 9 sobre inversión forzosa del 1%, para discernir el costo mencionado que se enmarca en medidas de manejo.

En coherencia con lo indicado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, se encontró que la destinación de los recursos se podrá invertir en actividades como restauración de cobertura vegetal y capacitación ambiental para la formación de promotores de la comunidad, a fin de coadyuvar en la gestión ambiental de la cuenca hidrográfica. Estas acciones son las que representaron la compensación ambiental dado que, el escenario de disponibilidad a pagar determinado en esta investigación no subsana la valoración económica del servicio ecosistémico hídrico.

Bajo un contexto que permita relacionar costos asociados con la disponibilidad del recurso hídrico y, prácticas que contribuyan hacia la sostenibilidad del mismo para garantizar oferta de agua a las generaciones futuras, se tomó como referente el caso de estudio construcción del sistema de acueducto de la vereda Berlín-Siberia-Esperanza del Municipio de Acevedo Departamento del Huila que tuvo un costo de \$806.112.655,00 (Aguas del Huila, 2018).

En el marco del valor indicado para el caso referido y, teniendo en cuenta el escenario de inversión mencionado anteriormente, el coste destinado en pro de acciones enfocadas a recuperación, preservación y conservación del agua debería ser aproximadamente de

\$8.061.126,55, valor correspondiente al 1% según el lineamiento normativo.

Para esta investigación la valoración del servicio ecosistémico hídrico evidenció que, la disponibilidad a pagar no cubre el 100% del costo determinado, por lo cual con base en los valores de las Tablas 5 y 6 de costo mínimo y compensación por finca se estableció que para hacer sostenible el proceso de oferta y demanda actual del recurso, es necesario que cada productor asuma alrededor del 5% concerniente al valor que representa la generación de los volúmenes de agua consumidos en el área de estudio.

Dado que, con la máxima disponibilidad a pagar por predio (\$9.637) se supliría un 3%, es necesario que el valor de \$7.500 correspondiente al 2% se invierta en las medidas de manejo indicadas desde el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, y de esta forma se puedan mitigar los impactos generados en el ecosistema como resultado de la intervención antrópica.

En este sentido, Martínez y Flores (2015) afirman que en el pago por servicios ecosistémicos, es relevante tener en cuenta que las medidas de manejo además de estar encaminadas a garantizar la provisión del servicio, buscan lograr un uso racional del recurso. Este planteamiento pone de manifiesto que la valoración económica no es proceso aislado en términos monetarios, sino que asocia de manera transversal prácticas que contribuyan a la sostenibilidad, evidenciándose de esta manera la importancia que representó en esta investigación el rol de los productores frente a un ejercicio equilibrado entre disponibilidad a pagar e implementación de medidas de manejo.

3.3 Propuesta para Sostenibilidad del Agua

Dada la demanda que existe por el recurso hídrico por parte de los productores para suplir sus necesidades afines con los usos domiciliarios, agrícolas y pecuarios en las zonas rurales fue necesario estructurar un procedimiento que estuviera orientado en el análisis y en la relevancia que representa al tema de sostenibilidad del ecosistema hídrico.

Aguilar y Monforte (2018) esbozan que la sostenibilidad del agua se refiere a la dimensión temporal para posibilitar un acceso sostenido del recurso en el largo plazo, lo que pone de manifiesto que el uso actual que se haga del recurso hídrico va a afectar las posibilidades de demanda de otras familias en el futuro. Por tanto, el modelo que se planteó buscó optimizar el uso del servicio ecosistémico hídrico para la población actual y otras generaciones.

El modelo facilitó identificar que en el contexto de utilización de agua la relación entre oferta y demanda del recurso regulan su disponibilidad. En esta investigación, se demostró que el requerimiento de agua se focalizó en actividades productivas que son necesarias para mantener la dinámica socio-económica del área de estudio, permitiéndose de esta forma priorizar lo afirmado por Bellaubí (2016) el uso racional del agua en aspectos como el uso humano y el productivo manifiestan el camino hacia la sostenibilidad del recurso hídrico.

En la organización del modelo, se identificaron un conjunto de variables que facilitaron establecer la relación entre generación, mantenimiento del recurso hídrico y los usos que implican un consumo de agua. Con las variables se planteó la dinámica de un ecosistema auto-sostenible como principal fuente de abastecimiento de agua a los productores del grupo asociativo ASOENSAY y, se diseñó la siguiente expresión:

$$\sum_{t=0}^{\infty} \sum_{i=1}^n f(C_{it}, F_{it}, G_{it}) = \sum_{t=0}^{\infty} \sum_{j=1}^m g(C_{jt}, F_{jt}, G_{jt}, AA_{jt})$$

Donde,

t: Involucra las generaciones presentes y futuras que intervienen en el ecosistema hídrico

i: Corresponde a las intervenciones o prácticas que se realizan para que la disponibilidad del recurso sea efectiva

j: Corresponde a los actores que intervienen en los diferentes usos del ecosistema hídrico

C: Prácticas de Conservación

F: Disponibilidad de Fuentes Hídricas en la Zona

G: Gestión Administrativa

AA: Actividades Antrópicas

Con referencia en la estructura del modelo, se identificó que existe un desequilibrio dado que el número de parámetros que se encuentran al lado y lado de la ecuación es heterogéneo, evidenciando que el ecosistema siempre estará en desequilibrio, más aún cuando la competencia por los recursos hídricos es aguda debido a las crecientes demandas de agua por parte de los usos agrícolas y domésticos que requieren de volúmenes suficientes del recurso de buena calidad (Ortiz, González y Chávez, 2015), lo que pone de manifiesto que los usos tenderán a ser mayores a las prácticas de conservación.

Por tanto, lo que buscó el presente modelo es señalar cuáles son los elementos que pueden hacer que el equilibrio se logre y, garantizar que tanto las generaciones presentes como futuras puedan hacer uso del agua, para lo cual es indispensable que, en términos de la ecuación, la variable i sea mayor que j :

$$i > j$$

Además de lo indicado, fue necesario tener en cuenta que la primera parte de la ecuación representó la generación de recurso hídrico y, que en este proceso la protección de las áreas naturales es una condición sine qua non, pues la cualidad y cantidad de las aguas producidas dependen del mantenimiento de la vegetación nativa (Centro de estudios avanzados en niñez y juventud, 2016). De este modo, para la producción de agua que involucra las variables de la primera parte de la ecuación, se identificaron cada una de las acciones que se consideran influyen en la disponibilidad hídrica:

Ct = Prácticas de conservación

Ft = Disponibilidad de fuentes hídricas

Gt = Gestión Administrativa

La estructura de la oferta hídrica planteada permitiría que la calidad, cantidad y continuidad sean contextos funcionales de manera favorable para la dinámica de uso del agua por parte del grupo asociativo. Por esta razón, en la segunda parte de la ecuación se responde a los requerimientos de uso al incluirse la variable:

AA: Actividades Antrópicas

Esta variable, relacionó todos los procesos de aprovechamiento hídrico realizado por los productores en las diferentes prácticas afines con la dinámica rural, específicamente al tener en cuenta que la demanda del agua está influenciada por factores como consumo agrícola y la conducta de consumo de los habitantes (López, Martínez, Feria y Cruz, 2016). Con referencia en lo indicado se planteó la siguiente expresión:

$$AA_t = f(D_t, Ag_t, P_t)$$

De este modo, la actividad antrópica es función de acciones como el uso domiciliario (D), agrícola (Ag) y pecuario (P), convirtiéndose estas prácticas en escenarios de demanda hídrica que son abastecidos en términos de volumen y cualificaciones físico-químicas y microbiológicas del agua.

Siendo relevante para los productores la disponibilidad de agua que facilite suplir los requerimientos en el área de estudio; la estructura de un ecosistema auto-sostenible se afecta dado que los procesos naturales que regulan caudal, autodepuración y otros procedimientos que se llevan a cabo como resultado de las interacciones entre los factores bióticos y abióticos son susceptibles de alteraciones, provocadas generalmente por prácticas afines con la producción agropecuaria y los asentamientos humanos.

Con base en lo referenciado, se ha identificado la importancia de implementar acciones que permitan mantener la oferta hídrica y abastecer la demanda, además que la utilización de agua en actividades como las mencionadas incide en un deterioro del recurso, lo que conllevó a la necesidad de determinar un conjunto de medidas que propendan por realizar un manejo

tendiente a su sostenibilidad y; por ende se permita que la variable antrópica pueda coexistir generando los mínimos impactos negativos hacia los servicios ecosistémicos, específicamente el servicio de abastecimiento hídrico.

En este contexto, la siguiente expresión muestra el equilibrio que se logra al incluir las respectivas medidas de manejo como acciones que subyacen a partir de las variables que soportan la disponibilidad hídrica:

$$\sum_{t=0}^{\infty} (P_{it} + M_{it} + C_{it}) = \sum_{t=0}^{\infty} (AA_{jt})$$

Donde,

Pit: Medida de Prevención

Mit: Medida de Mitigación

Cit: Medida de Compensación

Las medidas de manejo, fueron necesarias dado que la dinámica de consumo es variable (Anexo 4) en cada uno de los predios según el contexto, lo que permitirá que el aprovechamiento de la oferta hídrica pueda realizarse teniendo en cuenta que la implementación de prácticas de prevención, mitigación y/o compensación reflejará condiciones óptimas en términos de cantidad, calidad y continuidad del agua para los predios involucrados en el área de estudio.

Las categorías de prevención, mitigación y compensación se distribuyeron heterogéneamente en cada una de las variables determinadas en la primera parte de la ecuación, debido a que éstas fundamentan la disponibilidad del servicio ecosistémico hídrico. Las prácticas definidas fueron establecidas como acciones complementarias que fortalecen cada variable en pro de la oferta de agua y de la perspectiva de los productores, de esta forma las medidas de manejo se estructuran en función de la generación del recurso:

$$C_t = f(S_t, J_t, SC_t)$$

$$F_t = f(E_t, N_t, V_t)$$

$$G_t = f(AC_t, Pt_t, Cf_t)$$

A partir de lo indicado, las prácticas de conservación (C) están en función de siembra de árboles (S), jornadas de capacitación en manejo de agua (J) y sistemas de colecta de agua lluvia (SC), la disponibilidad de fuentes hídricas en la zona (F) de existencia de fuentes hídricas (E), número de fuentes hídricas (N) y veeduría en manejo del agua (V), la gestión administrativa (G) de acueducto comunitario (Ac), plan de trabajo del grupo asociativo (Pt) y comité de cafeteros (Cf).

Aunque las medidas de manejo son importantes desde cualquier dimensión que aporte a un manejo sostenible del recurso hídrico, es importante tener en cuenta que, la disponibilidad y calidad decreciente del agua aunado con los patrones de producción y consumo insostenibles e inequitativos hacen parte de las presiones interrelacionadas que encara la humanidad por los impactos que ha golpeado todas las dimensiones del agua (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 2019). Por esta razón, toda acción impactará en el largo plazo con efectos que no pueden preverse dado que la escala de intervención antrópica es un factor que regula la disponibilidad del recurso.

Sin embargo, para esta investigación desde un contexto local las prácticas descritas buscan que la actual relación de oferta y demanda en el marco del contexto productivo que caracterizó el área de estudio sea sostenible, respondiendo fundamentalmente a la necesidad de garantizar agua para suplir la demanda en términos productivos y domésticos.

4. Conclusiones, inferencias

- ✓ La estructura del modelo de pago por el servicio ecosistémico de abastecimiento hídrico, permitió validar que las prácticas locales identificadas por la población objetivo han sido referenciadas en investigaciones que soportan la importancia de potencializar la dinámica propia del entorno rural, a través de acciones que vinculan escenarios administrativos a nivel institucional, comunitarios que subyacen conocimiento empírico y actividades tradicionales estratégicas para la conservación.
- ✓ La encuesta como instrumento de recolección de información permitió obtener datos que para la fase de diagnóstico, valoración y propuesta de sostenibilidad fueron fundamentales dado que facilitó estructurar una investigación soportada en la perspectiva que tienen los productores, frente al uso del servicio ecosistémico hídrico como un recurso necesario en los procesos productivos intrínsecos del entorno rural.
- ✓ El desarrollo de procedimientos como la valoración contingente y el precio hedónico basados sobre el valor referente de metro cúbico, establecido por la empresa local prestadora de servicios públicos domiciliarios de campoalegre, mostró que la disponibilidad a pagar por parte de los productores no es suficiente para garantizar a las generaciones futuras acceso al agua en las condiciones en que actualmente se dan, por lo cual se demostró la necesidad de implementar medidas de manejo para subsanar los efectos que se generan en el ecosistema como resultado de la relación oferta y demanda hídrica.
- ✓ En la estructuración del modelo de sostenibilidad presentó relevancia las acciones propuestas por la población objetivo, ya que a partir de estas se configura la disponibilidad de agua siempre y cuando sean los actores involucrados en los usos que demandan del recurso, quienes apropien la implementación de las acciones establecidas, ya que en el modelo es claro en que la dinámica de uso condiciona la oferta de agua y esto hace que del factor antrópico dependa la sostenibilidad del servicio ecosistémico hídrico en el área de estudio.

- ✓ La oferta hídrica de la vereda San Isidro suple las demandas actuales correspondientes con prácticas domésticas, pecuarias y agrícolas, siendo esta última la que representó los mayores volúmenes de agua requeridos frente a los otros usos; lo que generó que las medidas planteadas fueran acciones preventivas, de mitigación y compensación que permitieran dar manejo integral al deterioro que se presenta sobre el servicio ecosistémico hídrico, como resultado del aprovechamiento que los productores realizan tanto de la calidad como cantidad de agua que se dispone desde cada una de las quebradas y arroyos que conforman la red de abastecimiento para el grupo asociativo ASOENSAY.
- ✓ Para el grupo asociativo las actividades productivas soportan la dinámica económica de las fincas permitiendo obtener ingresos monetarios que son distribuidos en las actividades propias del predio, empero los productores al disponer un porcentaje para implementar prácticas tendientes a la conservación del servicio ecosistémico hídrico, asumen roles que fragmentan la responsabilidad de contribuir en la preservación de todos los factores que configuran la disponibilidad de agua en las fincas y, se pone en riesgo características actuales que presenta el recurso como es la calidad valorada en excelente y buena, aunado con cargas contaminantes que no fueron superior a condiciones bajas.
- ✓ El contexto diagnóstico de valoración económica del recurso hídrico permitió identificar que en el área de estudio se han implementado prácticas de pago por uso del agua, pero éstas no han impactado favorablemente el manejo racional del recurso, evidenciando que la posición adoptada por parte población objetivo frente a una aceptación por retribución económica a la calidad y cantidad de agua utilizada en las prácticas agropecuarias y domiciliarias es que menos del 50% de los productores estaría dispuesto a asumir un costo económico por utilización del agua.
- ✓ Los argumentos de los productores para el no costo del agua reflejaron que existe un desconocimiento sobre la regulación del recurso como mecanismo para racionalizar el uso, ya que el libre acceso aunado con la consideración que la adquisición de un predio conlleva a la utilización ilimitada de los recursos naturales que convergen en

la finca, generan la configuración de percepciones afines con la apropiación de dichos recursos y la falta de compromiso en el uso de los mismos.

- ✓ En la identificación de las prácticas de conservación del agua como procedimientos necesarios para fortalecer la gestión hídrica y, dado los requerimientos por parte de los productores se estableció que la población involucrada asume roles afines con la implementación de diferentes acciones, pero especialmente en aquellas que no implican recursos monetarios, evidenciándose de esta manera que entre el poseedor directo e indirecto del agua no existen acuerdos frente al pago equitativo por usar el recurso.
- ✓ La práctica para conservación del agua referente con siembra de árboles como estrategia para regulación de caudales y recarga hídrica, se identificó como la medida de manejo ambiental que fue asumida equitativamente por los productores sin tener en cuenta el rol de poseedor directo e indirecto frente a la disponibilidad del recurso hídrico en la finca.
- ✓ El pago por uso del agua como medida en la valoración económica del recurso, fue interpretada como un ejercicio que prácticamente corresponde a aquellos productores que no tienen acceso directo al agua, convirtiéndose entonces la acción de pago en un procedimiento que no contribuye a racionalizar de manera equitativa el uso por parte de la totalidad de los involucrados, ya que el impacto que se genera en el ecosistema por utilización del agua no se cualifica teniendo en cuenta las condiciones de acceso al recurso, sino que responde al grado de afectación que las actividades antrópicas generan sobre la estructura biofísica de la fuente hídrica.
- ✓ El modelo de sostenibilidad del ecosistema hídrico involucró un conjunto de variables que describieron, la oferta como la dinámica para generación de agua y la demanda como las actividades antrópicas del área de estudio; generando una ecuación que demostró la necesidad de involucrar medidas de manejo como prácticas en pro de lograr un equilibrio entre la disponibilidad de agua y los constantes requerimientos de dicho recurso.

Referencias Bibliográficas

- Agencia para el Desarrollo Internacional-USAID-. 2016. *Análisis sectorial del agua. Programa pilotos de innovación financiera*. Recuperado de: <https://www.asobancaria.com/wp-content/uploads/2016/10/diagnostico-sectorial-agua-pilotos-de-innovacion-financiera.pdf>
- Aguas del Huila. (2018). *Informes e histórico de contratación*. Recuperado de: [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Contratos%202018%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Contratos%202018%20(3).pdf)
- Aguilar, I y Monforte, G. (2018). Servicios públicos del agua, valor público y sostenibilidad. El caso del área metropolitana de Monterrey. *Gestión y política pública*. 1, 149-179.
- Aguirre, N., Gaona, T y Samaniego, C. (2019). Valoración ecológica y económica del Parque Universitario Francisco Vivar Castro, Loja, Ecuador. *Arnaldoa*, 26(1), 305-324.
- Alcaldía de Campoalegre-Huila. (2015). {Mapa de Zonas de vida-Municipio de Campoalegre, en Alcaldía de Campoalegre-Huila}. Recuperado el 18 de febrero de 2019, de: <http://www.campoalegre-huila.gov.co/Transparencia/Plan%20basico%20Ordenamiento/Cartograf%C3%ADa/2.%20DIAGNOSTICO/2.%20DIAGNOSTICO%20RURAL/DR08-ZONAS%20DE%20VIDA.pdf#search=mapa%20veredal>
- Alcaldía de Campoalegre-Huila. (2016). *Plan Básico de Ordenamiento Territorial. Campoalegre-Huila*. Recuperado de: <http://www.campoalegre-huila.gov.co/Transparencia/Plan%20basico%20Ordenamiento/PBOT/04%20FORMULACION%20PBOT%20CAMPOALEGRE%202016.pdf>
- Alcaldía Municipal de Campoalegre Huila. (31 de mayo de 2016) *Adopción del plan de desarrollo del municipio de Campoalegre-Huila “con más fuerza 2016-2019”*. [Acuerdo Municipal No. 009 de 2016]. Recuperado de: <http://www.campoalegre-huila.gov.co/MiMunicipio/ProgramadeGobierno/Plan%20de%20Desarrollo%202016-2019.pdf>
- Alcaldía de Campoalegre-Huila. (2019). *Mi municipio-Información del municipio-geografía*. Campoalegre, Huila-Colombia: Alcaldía de Campoalegre-Huila. Recuperado de:

<http://www.campoalegre-huila.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Informacion-del-Municipio.aspx>

- Alvarado, C y Barahona, M. (2016). Comparación de tres métodos de infiltración para calcular el balance hídrico del suelo, en la Cuenca del río Suquiapa, El Salvador. *Cuadernos de investigación UNED*. 9(1), 23-33.
- Álvarez, X. (2015). *Modelo conceptual de la eutrofización y proliferación de cianobacterias. Un caso de estudio en el embalse de A Baxe*. (tesis doctoral). Universidad de Vigo, España.
- Andersson, Y., Klingberg, J., Gunnarsson, B., Cullinane, K., Gustafsson, I., Hedblom, M., Knez, I., Lindberg, F., Ode, A., Pleijel, H., Thorsson, P y Thorsson, S. (2018). A framework for assessing urban greenery's effects and valuing its ecosystem services. *Journal of Environmental Management*, 205, 274-285.
- Andrade, H., Segura, M y Sierra, E. (2017). Percepción local de los servicios ecosistémicos ofertados en fincas agropecuarias de la zona seca del Norte del Tolima, Colombia. *Luna Azul*, 45, 42-58.
- Barakat, A., Baghdadi, M., Rais, J., Aghezzaf, B y Slassi, M. (2016). Assessment of spatial and seasonal water quality variation of Oum Er Rbia River (Morocco) using multivariate statistical techniques. *International soil and water conservation research*, 4, 284-292.
- Bellaubí, F. 2016. Sostenibilidad, territorio y agua. *Acta nova*. 7(4), 510-518.
- Bolaños, J., Cordero, G y Segura, G. (2017). Determinación de nitritos, nitratos, sulfatos y fosfatos en agua potable como indicadores de contaminación ocasionada por el hombre, en dos cantones de Alajuela (Costa Rica). *Tecnología en Marcha*. 30(4), 15-27.
- Botero, J., López, H., Posada, C., Ballesteros, C y García, J. (2015). *Economía Colombiana –Análisis de coyuntura*. Recuperado de:

http://www.eafit.edu.co/escuelas/economiaayfinanzas/cief/Documents/INFORME_2015-2.pdf

- Brill, G., Anderson, P y O'farrell, P. (2017). Methodological and empirical considerations when assessing freshwater ecosystem service provision in a developing city context: making the best of what we have. *Ecological indicators*, 76, 256-274.
- Brousett, M., Chambi, A., Mollocondo, M., Aguilar, M y Lujano, E. (2018). Evaluación físico-química y microbiológica de agua para consumo humano Puno-Perú. *Fides et Ratio-Revista de difusión cultural y científica de la Universidad La Salle en Bolivia*, 15(15), 47-68.
- Campelo, A., Freitas, K., Freitas, K., Silva, I., Oliveira, M., Mendonca, R y Martins, N. (2017). Quality index of the Surface water of Amazonian rivers in industrial areas in Pará, Brazil. *Marine Pollution Bulletin*, 123, 156-164.
- Caho, C y López, E. (2017). Determinación del índice de calidad de agua para el sector occidental del humedal Torca-Guaymaral empleando las metodologías UWQI y CWQI. *Producción + Limpia*, 12(2), 35-49.
- Castillo, A y Mora, J. (2015). *Valoración económica generada por la restauración del ferrocarril y sus íconos turísticos en el cantón el Tambo 2009-2013* (tesis de pregrado). Universidad de Cuenca, Ecuador.
- Cayo, N. (2014). Valoración económica ambiental según la disponibilidad a pagar por el turismo rural vivencial en la Isla Taquile-Perú, 2013. *COMUNI@CCIÓN*. 5(2) 25-34.
- Centro de estudios avanzados en niñez y juventud. 2016. La crisis del agua: Un problema tan grave como el del cambio climático. *Revista latinoamericana de ciencias sociales, niñez y juventud*. 14(1), 711-712.
- Cienfuegos, J. (2014). Tendencias familiares en América Latina: diferencias y entrelazamientos. *Notas de población*., 99, 11-37.

- Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena. (2019). *Huila, modelo de gestión de áreas protegidas*. Recuperado de: <https://www.cam.gov.co/1285-huila,-modelo-en-la-gesti%C3%B3n-de-%C3%A1reas-protegidas.html>
- Delgado, S., Trujillo, J y Torres, M. (2017). Gestión del agua en comunidades rurales; caso de estudio cuenca del Río Guayuriba, Metal-Colombia. *Luna Azul*, 45, 59-70.
- Departamento Nacional de Planeación. (2014). *Misión para la Transformación del Campo. Saldar la Deuda Histórica con el Campo. Marco Conceptual de la Misión para la Transformación del Campo*. Recuperado de: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/DOCUMENTO%20MARCO-MISION.pdf>
- Departamento Nacional de Planeación-DNA-. 2017. *Misión de crecimiento verde. Consultoría sobre productividad del uso del agua y la eficiencia en el tratamiento de aguas residuales y en el reúso del agua en Colombia. Resumen ejecutivo del diagnóstico*. Recuperado de: https://www.dnp.gov.co/Crecimiento-Verde/Documents/ejes-tematicos/Agua/Resumen_Dagnostico_Prodcutividad%20del%20agua.pdf
- Empresa de acueducto, alcantarillado y aseo de Campoalegre. (2018). *Cobro de tarifas residencial, comercial e industrial EMAC SA ESP. Acueducto*. Recuperado de: <http://emacsaesp.gov.co/index.php/clientes/tramites-y-servicios/tarifas-vigentes>
- Escenarios Hídricos. (2018). *Metodología de construcción de Índice de Calidad para aguas superficiales*. Recuperado de <https://www.escenarioshidricos.cl/wp-content/uploads/2018/08/Indice-Calidad-de-Aguas-Superficialesok.pdf>
- Felipe, M. (2015). *Análisis de las interacciones ecológicas y sociales que intervienen en el flujo de servicios de los ecosistemas. Propuestas para la gestión de la llanura de inundación del río Piedra* (tesis doctoral). Universidad Pablo de Olavide, Sevilla, España.
- Félix, T. (2018). Valoración de servicios ecosistémicos y planificación: una propuesta de gestión sostenible del turismo en humedales. *Revista atlántica de economía*. 1(1), 2174-3835.

- García, A. (2018). *Percepción de las comunidades de los pagos por servicios ambientales como mecanismos de conservación de las fuentes hídricas: estudio de caso comunidades campesinas en la cuenca Las Cruces en el municipio de San Vicente de Chucurí, departamento de Santander* (tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
- García, L y Iannacone, J. (2014). Pseudomonas Aeruginosa un indicador complementario de la calidad de agua potable: Análisis bibliográfico a nivel de Sudamérica. *The biologist*. 12(1), 133-152.
- Gil, M., Reyes, H., Márquez, L y Benavidez, A. (2014). Disponibilidad y uso eficiente de agua en zonas rurales. *Investigación y Ciencia*. 22(63), 67-73.
- Gobernación del Huila, Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena, E3 Ecología, Economía y Ética, Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional – USAID y Programa de Carbono Forestal, Mercados y Comunidades –FCMC. (2014). *Plan de cambio climático Huila 2050: Preparándose para el cambio climático*. Recuperado de: http://www.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/nodo_centro_andino/Huila_2050-Plan_de_Cambio_Climatico_2x1.pdf
- Grizzetti, B., Lanzanova, D., Liqueste, C., Reynaud A y Cardoso, A. (2016). Assessing water ecosystem services for water resource management. *Environmental science & policy*, 61, 194-203.
- Gualdrón, L. (2016). Evaluación de la calidad de agua de ríos de Colombia usando parámetros físicoquímicos y biológicos. *Revista dinámica ambiental*, 1, 1, 83-101.
- Gupta, N., Pandey, P y Hussain, J. (2017). Effect of physicochemical and biological parameters on the quality of river water of Narmada, Madhya Pradesh, India. *Water science*, 31, 11-23.
- Gutiérrez, E. (2012). *Plan agropecuario municipal para Campoalegre 2012-2032*. Recuperado de: <http://www.campoalegre-huila.gov.co/Transparencia/PlaneacionGestionControl/Plan%20Agropecuario%20para%20Campoalegre%202012.pdf#search=veredas>

- Hernández, F., Vázquez, A., Loranca, K y Manus, M. (2019). Valoración contingente del recurso hídrico: Caso Reserva Ecológica de Cuxtal, Yucatán. *Revista Interamericana de Ambiente y Turismo*, 15(1), 14-27.
- Houbron, E. (2013). *Calidad del agua*. Recuperado de: https://www.sev.gob.mx/servicios/publicaciones/colec_veracruzsigloXXI/Patrimoni onaturalVeracruz/Patrimoni onaturalVeracruz2.pdf
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales y Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2014). *Estudio nacional del agua*. Recuperado de: http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023080/ENA_2014.pdf
- IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales), INVEMAR (Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andreis), SINCHI (Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas), IIAP (Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico John Von Neumann) y IAvH (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt). (2016). *Informe del estado del medio ambiente y de los recursos naturales 2015. Documento síntesis*. Recuperado de: <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023641/IEARN2015.pdf>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2018). *Reporte de avance del Estudio Nacional del Agua ENA*. Recuperado de: http://www.andi.com.co/Uploads/Cartilla_ENA_%202018.pdf
- International center for tropical agriculture y Research program on water, land and ecosystems. (2015). *Estado de avance y cuellos de botella de los mecanismos de retribución por servicios ecosistémicos hidrológicos en Perú*. Recuperado de http://www.bosquesandinos.org/wp-content/uploads/2016/01/cuellos_botella_2015_digital.pdf
- Landis, D. (2017). Designing agricultural landscapes for biodiversity-based ecosystem services. *Basic and applied ecology*, 18, 1-12.

- Lavaire, T., Gentry, L., David, M y Cooke, R. (2017). Fate of water and nitrate using drainage water management on tile systems in east-central Illinois. *Agricultural water management*. 191, 218-228.
- Larraín, F y Sachs, J. (2002). *Macroeconomía en la economía global*. Buenos Aires, Argentina: Pearson Education S.A.
- Liere, I. (2017). *Determinación de la correlación de dos índices fisicoquímicos y un índice biológico de calidad del agua en el río Teocinte, zona 25, ciudad de Guatemala*. (tesis de pregrado). Universidad de San Carlos de Guatemala, República de Guatemala.
- López, A., Martínez, L., Fera, J y Cruz, J. 2016. Planificación del recurso hídrico en la quebrada Aguas Blancas, zona rural de Montería, Córdoba. *Prospect*. 14(2), 71-80.
- López, T., Fernández, V., Franco, D., Galeano, G., Alonso, F., Benítez, M y Mazó, C. (2016). Índices de calidad ambiental de aguas del arroyo Caañabe mediante test microbiológicos y ecotoxicológico. *Ambiente & Agua*, 11(3), 548-565.
- Martín, L y Bautista J. (2015). *Análisis, prevención y resolución de conflictos por el agua en América Latina y el Caribe*. Recuperado de: https://www.cepal.org/sites/default/files/events/files/analisis_prevenccion_y_resolucion_de_conflictos_por_el_agua_en_america_latina_y_el_caribe_se_ruega_no_circular.pdf
- Martínez, P y Flores, P. (2015). *Diseño de sistemas y políticas públicas de pagos por servicios de los ecosistemas*. Recuperado de: <http://www.comunidadism.es/wp-content/uploads/downloads/2015/02/pago-por-servicios-ambientales.pdf>
- Matthews, N. (2016). People and fresh water ecosystems: pressures, responses and resilience. *Aquatic procedia*, 6, 99-105.
- Minaverri, C. (2017). ¿Avances o retrocesos? La evolución de los paradigmas sobre gestión ambiental en relación con la normativa y jurisprudencia sobre servicios ecosistémicos en América Latina. *Revista jurídica de los derechos sociales*. 7(1), 476-493.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y Programa Naciones Unidas para el Desarrollo. (2014). *V informe nacional de biodiversidad de Colombia ante el convenio de diversidad biológica*. Recuperado de:

<http://www.co.undp.org/content/dam/colombia/docs/MedioAmbiente/undp-co-informe-biodiversidad-2014.pdf>

Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. (26 de mayo de 2015) *Decreto único reglamentario del sector ambiente y desarrollo sostenible*. [Decreto 1076 de 2015]. Recuperado de: <http://www.minambiente.gov.co/index.php/normativa/81-normativa/2093#normas-fuente>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible e Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. (2017). *Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos en la Planificación y Gestión Ambiental Urbana*. Recuperado de: http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/Estructura_/BIODIVERSIDAD_Y_SERVICIOS_ECOSISTEMICOS_EN_LA_PLANIFICACION_Y_GESTION_AMBIENTAL_URBANA.pdf

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (06 de febrero de 2018) *Delimitación del área de páramo del Nevado del Huila Moras*. {Resolución 0182 de 2018}. Recuperado de: <http://www.minambiente.gov.co/index.php/normativa/resoluciones>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2018). *Guía de aplicación de la valoración económica ambiental*. Recuperado de: http://www.minambiente.gov.co/images/NegociosVerdesysostenible/pdf/valoracion_economica_ambiental/Gu%C3%ADa_de_aplicaci%C3%B3n_de_la_VEA_Comprimida.pdf

Ministerio de la protección social y Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial. (22 de junio de 2007) *Características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano*. [Resolución 2115 de 2007]. Recuperado de: <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/38-gestion-integral-del-recurso-hidrico-articulos/407-plantilla-gestion-integral-del-recurso-hidrico-14#resoluciones>

Ministerio de Salud y la Protección Social. (2015). *Informe nacional de la calidad del agua para consumo humano Año 2014*. Recuperado de:

<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SA/informe-inca-2014.pdf>

- Modigliani, F. (1988). Life Cycle, Individual Thrift, and the Wealth of Nations (Nobel Lecture). En *Macroeconomics and Finance: Essays in Honor of Franco Modigliani*, editado por R. Dornbusch, S. Fischer y J. Bossons. Cambridge, Mass., EE.UU.: MIT Press.
- Mosquera, L. (2016). *Evaluación exploratoria de la calidad del agua del río San Juan en el Municipio de Tadó, Chocó, por el impacto que causan los vertimientos mineros* (tesis de maestría). Universidad de Manizales, Caldas.
- Okorie, D., Eleazu, C y Akabuogu, O. (2015). Quality evaluation of commercially sold table water samples in Michael Okpara University of Agriculture, Umudike, Nigeria and surrounding environments. *Toxicology Reports*, 2, 904-907.
- O.N.G. Servicios Ambientales de Caldas. (2015). *Informe red de monitoreo Quebrada Manizales-I Semestre*. Recuperado de: <http://www.corpocaldas.gov.co/publicaciones/1296/2016-09-16/InformeReddeMonitoreoQuebradaManizales-I-SEMESTRE.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura-UNESCO. (2019). *Informe mundial de las naciones unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos 2019. No dejar a nadie atrás*. Recuperado de: <https://www.acnur.org/5c93e4c34.pdf>
- Ortiz, R., González, J y Chávez, J. (2015). Modelo de asignación de agua considerando un caudal ambiental mínimo en la cuenca del Río Metztlán en Hidalgo, México. *Agrociencia*. 49(7), 703-721.
- Ospina, O., García, G., Gordillo, J y Tovar, K. (2016). Evaluación de la turbiedad y la conductividad ocurrida en temporada seca y de lluvia en el Río Combeima (Ibagué, Colombia). *Ingeniería solidaria*. 12(9), 19-36.
- Pan, Y., Marsahall, S y Maltby, L. (2016). Prioritising ecosystem services in chinese rural and urban communities. *Ecosystem services*, 21, 1-5.

- Parques Nacionales Naturales de Colombia y Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2017). *Aporte de los parques nacionales naturales al desarrollo socio-económico de Colombia*. Recuperado de: <http://documentos.uexternado.edu.co/78435129/wp-content/uploads/2017/02/PARQUES-Aporte-al-Desarrollo-socioeconomico-del-Pais.pdf>
- Pérez, E. (2016). Control de calidad en aguas para consumo humano en la región occidental de Costa Rica. *Tecnología en marcha*, 29(3), 3-14.
- Pérez, G., Arriola, J., García, T., Saldaña, M y Mendoza, J. (2016). Evaluación de la calidad del agua de cuatro Jagüeyes del Parque Estatal “Flor del Bosque”, Puebla, Mexico. *Ra Ximhai*, 12(4), 153-168.
- Pule, M y Joseph, A. (2017). Wireless sensor networks: A survey on monitoring water quality. *Journal of applied research and technology*, 15, 562-570.
- Quintero, M., Romero, M., Monserrate, F., Pareja, P., Valencia, J., Uribe, N., Hincapié, J. (Agosto de 2014). Huella hídrica en la agricultura Colombiana, *Clima y sector agropecuario Colombiano-adaptación para la sostenibilidad productiva*. Conferencia llevada a cabo en el Congreso internacional agropecuario: Manejo del agua como factor determinante en la sostenibilidad agropecuaria, Palmira, Colombia.
- Quiroz, L., Izquierdo, E y Menéndez, C. (2017). Aplicación del índice de calidad de agua en el río Portoviejo, Ecuador. *Ingeniería hidráulica y ambiental*, 38(3), 41-51.
- Ramírez, A., Restrepo, R y Viña, G. (1997). Cuatro índices de contaminación para caracterización de aguas continentales. *Ciencia, tecnología y futuro*, 1(3), 131-151.
- Ramírez, S., Torres, C., Schreckenber, K., Honzák, M., Cruz, G., Willcock, S., Palacios, E., Pérez, E., Verweij, P y Poppy, G. (2015). Analysis of ecosystem services provision in the Colombian Amazon using participatory research and mapping techniques. *Ecosystem services*, 13, 93-107.

- Ramos, I., Holgado, D., Maya, I y Palacio, J. (2014). Evaluación de procesos comunitarios y análisis de redes interorganizativas: elementos para mejorar la efectividad de las intervenciones comunitarias. *Pensando Psicología*, 10(17), 135-148.
- Raum, S. (2018). Reasons for adoption and advocacy of the ecosystem services concept in UK forestry. *Ecological economics*, 143, 47-54.
- Reynaud, A y Lanzaova, D. (2017). A global Meta-analysis of the value of ecosystem services provided by lakes. *Ecological Economics*, 137, 184-194.
- Rodríguez, J., Serna, J y Sánchez, J. (2016). Índices de calidad en cuerpos de agua superficiales en la planificación de los recursos hídricos. *LOGOS CIENCIA & TECNOLOGÍA*, 8(1), 159-167.
- Rojas, A. (2014). *Revisión documental para la contribución a los mecanismos de pagos por servicios ambientales hídricos en Colombia, para la conservación de la calidad y la cantidad del agua de consumo* (tesis de maestría). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.
- Romo, J., Gómez, D., Recio, R y Martínez, E. (2015). El análisis de bienes a través de la valoración contingente. En Pecina, R., Rodríguez, A y Ortiz, A. (Ed), *Recursos de investigación aplicados a la enseñanza en Latinoamérica* (pp. 66-77). Jalisco, México: Editorial Centro de Estudios e investigaciones para el desarrollo docente. Cenid AC.
- Santos de Lima, L., Krueger, T y García, J. (2017). Uncertainties in demonstrating environmental benefits of payments for ecosystem services. *Ecosystem services*, 27, 139-149.
- Schirpke, U., Kohler, M., Leitinger, G., Fontana, V., Tasser, E y Tappeiner, U. (2017). Future impacts of changing land-use and climate on ecosystem services of mountain grassland and their resilience. *Ecosystem services*, 26, 79-94.
- Servicio Nacional de Estudios Territoriales. (2010). *Índice de calidad del agua general "ICA"*. Recuperado de: <http://www.snet.gob.sv/Hidrologia/Documentos/calculoICA.pdf>.

- Small, N., Munday, M y Durance, I. (2017). The challenge of valuing ecosystem services that have no material benefits. *Global environmental change*, 44, 57-67.
- Solís, A., Moreno, E y Ortiz, N. (2015). Análisis de la calidad de varios cuerpos de aguas superficiales en Bahía Solano utilizando índices de contaminación. *Investigación, Biodiversidad y Desarrollo*, 34(1), 14-21.
- Steger, C., Hirsch, S., Evers, C., Branoff, B., Petrova, M., Nielsen, M., Wardropper, C y Van, C. (2018). Ecosystem Services as boundary objects for transdisciplinary collaboration. *Ecological economics*, 143, 153-160.
- Taffarello, D., Calijuri, M., Gorne, R., Marengo, J y Menciondo, E. (2017). Hydrological services in the Atlantic forest, Brazil: An ecosystem-based adaptation using ecohydrological monitoring. *Climate services*, 8, 1-16.
- Vásquez, F. (Mayo de 2017). Método de precios hedónicos, *Metodologías para la valoración económica del medio ambiente*. Simposio llevado a cabo en el Programa EUROCLIMA Políticas públicas frente al cambio climático, Santiago de Chile.
- Villamagua, G. (2017). Percepción social de los servicios ecosistémicos en la microcuenca El Padmi, Ecuador. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, 27, 102-114.
- Villanueva, D. (2018). *Estudio sobre bioeconomía-Como fuente de nuevas industrias basadas en el capital natural de Colombia fase II-Análisis de la situación y recomendaciones de política de bioeconomía-Anexo I Análisis sector agrícola y pecuario*. Recuperado de: https://www.dnp.gov.co/Crecimiento-Verde/Documents/ejes-tematicos/Bioeconomia/Informe%20/ANEXO%201_An%C3%A1lisis%20sector%20agr%C3%ADcola.pdf
- Waweru, P., Burkhard, B y Muller, F. (2016). A review of studies on ecosystem services in Africa. *International journal of sustainable built environment*, 5, 225-245.
- Wickramasinghe, W., Navaratne, C y Dias, S. (2018). Building resilience on water quality management through grey water footprint approach: a case study from Sri Lanka. *Procedia Engineering*, 212, 752-759.

Anexos

Anexo 1.

Formato de Encuesta

ESTUDIO DE VALORACIÓN ECONÓMICO DEL SERVICIO ECOSISTEMICO DE ABASTECIMIENTO HÍDRICO EN EL GRUPO ASOCIATIVO DE PRODUCTORES LA VEREDA SAN ISIDRO DEL MUNICIPIO DE CAMPOALEGRE-HUILA

Sección I. Datos Generales

A. Identificación del predio

1. Municipio_____
2. Vereda_____
3. Nombre del predio_____
4. Total de hogares en el predio_____
5. Total de personas en el hogar_____

B. Información general de la dinámica del predio

1. ¿Cuál es la condición de tenencia actual del terreno en el cual se localiza la finca?
 - a) Propio b) Rentado
2. ¿Cuál es el tamaño del predio?
 - a) <0,5 Ha b) 0,5 Ha – 1.0 Ha c) 1.0 Ha – 2.0 Ha d) >2.0 Ha
3. ¿Cuál es el área ocupada en el predio para vivienda? Por favor, asigne un porcentaje:
 - a) 5% b) 10% c) 15% d) 20%
4. ¿Cuáles son los sistemas productivos que tiene en la finca? Por favor seleccione e indique el porcentaje que representa cada uno, de acuerdo con el tamaño total del predio.

Sistema productivo Agrícola	%	Sistema productivo Pecuario	%
Café		Avícola	
Plátano		Piscícola	
Yuca		Porcícola	
Banano		Cunícola	
Maíz		Apícola	

- a) 1 b) 2 c) 3 d) >3

5. ¿De esas quebradas se abastece para el desarrollo de las actividades en el predio?

- a) Si b) No

B. Uso de agua

1. ¿En qué se utiliza principalmente el agua en la finca?

- a) Actividades domésticas b) Actividades productivas c) Actividades recreativas

2. ¿Le ha realizado análisis de laboratorio al agua que utiliza en la finca?

- a) Si b) No c) Ns/Nr

3. ¿Cómo considera el agua que utiliza en la finca en términos organolépticos?

- Color: a) Sin color b) Con color c) Ns/Nr

- Olor: a) Sin olor b) Con olor c) Ns/Nr

- Sabor: a) Sin sabor b) Con sabor c) Ns/Nr

4. ¿Cuánto es el consumo de agua promedio por día, según las actividades en la finca?

Uso doméstico	Uso agrícola	Uso pecuario	Uso recreativo
a) 10-20 (l)	a) 10-30 (l)	a) 10-30 (l)	a) 0-20 (l)
b) 20-40 (l)	b) 30-60 (l)	b) 30-60 (l)	b) 20-30 (l)
c) 40-60 (l)	c) 60-90 (l)	c) 60-90 (l)	c) 30-40 (l)
d) >60 (l)	d) >90 (l)	d) >90 (l)	d) >40 (l)

5. ¿Cuál es la frecuencia de uso promedio de agua, según las actividades en la finca?

Uso doméstico	Uso agrícola	Uso pecuario	Uso recreativo
a) Diario	a) Diario	a) Diario	a) Diario
b) Cada dos días	b) Cada dos días	b) Cada dos días	b) Cada dos días
c) Semanal	c) Semanal	c) Semanal	c) Semanal
	d) Quincenal		d) Quincenal

7. ¿Es suficiente la cantidad de agua disponible en la finca para las actividades productivas?

a) Si b) No c) Ns/Nr

Sección III. Valoración del Agua**A. Dinámica económica de la población**

1. ¿De qué provienen los ingresos monetarios en la finca? (puede marcar más de una opción)
 - a) De la producción agropecuaria del predio
 - b) Por jornal
 - c) Trabajo Independiente
 - d) Vinculación laboral a empresa
2. ¿Cuánto es el ingreso monetario mensual en la finca?
 - a) <\$737.717
 - b) \$ 737.717-\$1.000.000
 - c) >\$1.000.000

B. Costo económico

1. ¿Considera que el uso del agua debe tener un costo económico?
 - a) Si (**pasa a la pregunta 3**)
 - b) No
2. ¿Cuál es la razón por la que el agua no debe tener un costo económico? (puede marcar más de una opción)
 - a) Es un recurso natural público
 - b) Durante años ha sido gratuito
 - c) Las personas no la cuidan
 - d) El agua está en área de propiedad privada
 - e) No se cuantifica
 - f) No es de calidad

(pasa a la pregunta 7 y posteriormente a la sección IV)
3. ¿En qué sitio debe tener precio el uso del agua? (puede marcar más de una opción)
 - a) Zona Urbana
 - b) Zona Rural
4. ¿El pago por el uso del agua debe ser diferenciado según la actividad en la cual se utilice?
 - a) Si
 - b) No (**pasa a la pregunta 6**)
5. ¿Cuál es la actividad en la que se utilice el agua que debe ser pagada a mayor valor? (puede marcar más de una opción)
 - a) Doméstica
 - b) Agropecuaria
 - c) Industrial
 - d) Comercial
6. ¿Cuál es la razón principal para pagar por el agua? (puede marcar más de una opción)
 - a) Cantidad
 - b) Calidad
 - c) Continuidad

7. ¿En alguna época del tiempo que lleva viviendo en el predio ha pagado por el uso del agua?
 - a) Si
 - b) No

C. Perspectiva de pago por uso del agua

1. ¿Usted aceptaría pagar por el agua que usa en la finca?
 - a) Si (**pasa a la pregunta 3**)
 - b) No

6. ¿Cuál figura administrativa debe liderar la responsabilidad de la conservación hídrica?
(puede marcar más de una opción)
- a) Grupo asociativo b) Junta de acción comunal c) Acueducto comunitario
7. ¿Considera necesario involucrar autoridades ambientales y/o instituciones en la conservación del agua para la vereda?
- a) Si b) No (**termina la sección**)
8. ¿Cuál institución se debe involucrar en la conservación del agua? (puede marcar más de una opción)
- a) Secretaria de planeación municipal b) Secretaria de salud municipal
c) Oficina ambiental del municipio d) Policía Ambiental
e) Comité de cafeteros

Datos del encuestado

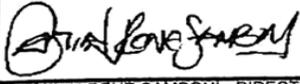
Nombre Completo: _____

C.C: _____, expedida en: _____

Nivel educativo: _____

Anexo 2.

Resultados de Laboratorio

	AGUALIMSU S.A.S NIT. 813.001.240-5 Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos de Aguas, Alimentos y Suelos	REPORTE DE RESULTADO DE AGUAS		Página 1 de 1	
		Codigo: FQMB-02F01	Version: 01	Vigente desde: 2017-05-02	
				Fecha de impresión: 2017-08-23	
REPORTE DE RESULTADOS DE LABORATORIO N. R0916-17					
PARCIAL		FINAL		X	
DATOS DEL CLIENTE			LABORATORIO DE ANÁLISIS		
NOMBRE DE EMPRESA	LILIANA ORTIZ R / YOHANA GIRALDO		NOMBRE LABORATORIO	AGUALIMSU SAS	
CONTACTO	LILIANA ORTIZ R / YOHANA GIRALDO		CONTACTO	VIVIANA CASTILLO	
DIRECCION	CALLE 13 # 7 A - 41		DIRECCION	CALLE 13 # 6 -10	
TELEFONO	3144803283 - 3103040684		E-MAIL	agualimsulda@yahoo.es	
CIUDAD	NEIVA - HUILA		CIUDAD	NEIVA - HUILA	
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA					
RADICADO DE LA MUESTRA:	C2184		PRODUCTO/MATRIZ:	AGUA SUPERFICIAL	
MUESTRA TOMADA POR:	FREDDY ANDRÉZ CHÁVEZ		SITIO DE TOMA:	VEREDA SAN ISIDRO - CAMPOALEGRE	
PLAN DE MUESTREO:	0179-17-1		PUNTO DE TOMA:	TOMO DEL PREDIO EL CEDRAL	
PROCEDIMIENTO N.:	N.E		CANTIDAD DE MUESTRA:	1,75 L	
TIPO DE MUESTREO:	PUNTUAL		LOTE:	N.A	
FECHA DE TOMA:	2017-08-09		VENCIMIENTO DE LA MUESTRA:	N.A	
FECHA DE RECEPCION:	2017-08-09		FECHA DE EMISION DE REPORT	2017-08-23	
PARAMETROS	MÉTODO DE ANÁLISIS	RESULTADO	UNIDADES	VALORES ACEPTABLES SEGÚN DECRETO 1076 DE 2015, Art 2.2.3.3.9.4	FECHA DE ANÁLISIS
FISICOQUÍMICOS (MUESTRA N° C2184)					
% SAT de Oxígeno Disuelto	SM 4500 OG	94,20	%	N.A	2017-08-09
Alcalinidad Total	SM 2320 B	110,25	mg CaCO ₃ / L	N.A	2017-08-14
Conductividad	SM 2510 B	195,00	µ S / cm	N.A	2017-08-09
DBO ₅	SM 5210 B	4,95	mg / L	N.A	2017-08-10
Dureza Total	SM 2340 C	84,67	mg CaCO ₃ / L	N.A	2017-08-14
Fosfatos	SM 4500 P C	1,10	mg PO ₄ / L	N.A	2017-08-11
Fósforo Total (P)*	SM 4500 P E	0,40	mg P / L	N.A	2017-08-11
Nitratos	SM 4500 NO3 B	1,10	mg NO ₃ / L	10	2017-08-11
pH	SM 4500 H+B	7,87	Unidades de pH	6,5 - 8,5	2017-08-09
Sólidos suspendidos totales	SM 2540 D	31,50	mg / L	N.A	2017-08-14
Sólidos Totales	SM 2540 D	200,00	mg / L	N.A	2017-08-14
Temperatura Muestra	SM 2550	23,90	°C	N.A	2017-08-09
Turbidez	SM 2130 B	1,96	UNT	10	2017-08-11
Caudal	-	0,16	L/s	N.A	2017-08-09
MICROBIOLÓGICOS (MUESTRA N° C2184)					
Coliformes Totales	SM 9221 B	33	NMP / 100 mL	1000	2017-08-10
Coliformes termotolerantes	SM 9221 E	23	NMP / 100 mL	N.A	2017-08-10
Rango de Temperatura ambiente durante los ensayos: 27,5 - 28,4 °C			Rango de Humedad Relativa durante los ensayos: 36 - 37 %		
Abreviaturas: N.A.= No aplica N.E.= No establecido (-) Reporte menor al limite de detección del método					
Observaciones: Del tomo predio el cedral, se abastece el predio El diamante.					
Hora de toma: 03:35 p.m Los resultados corresponden a muestras tomadas por el Laboratorio.					
ANÁLISIS REVISADOS POR: 					
CRISTIAN RENE SAMBONI - DIRECTOR TECNICO P.Q. 4727					
NOTA: Este documento y su contenido es propiedad Intelectual de AGUALIMSU S.A.S. No divulgar, usar o reproducir sin autorización escrita de AGUALIMSU S.A.S. ESTE RESULTADO ES VALIDO ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LA (S) MUESTRA (S) ANALIZADA (S) FIN DEL REPORTE DE ENSAYO					

	AGUALIMSU S.A.S NIT. 813.001.240-5 Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos de Aguas, Alimentos y Suelos	REPORTE DE RESULTADO DE AGUAS		Página 1 de 1
				Vigente desde: 2017-05-02
		Codigo: FQMB-02F01	Version: 01	Fecha de impresión: 2017-08-31

REPORTE DE RESULTADOS DE LABORATORIO N. R0988-17

PARCIAL	FINAL	X
---------	-------	---

DATOS DEL CLIENTE		LABORATORIO DE ANÁLISIS	
NOMBRE DE EMPRESA	LILIANA ORTIZ R / YOHANA GIRALDO	NOMBRE LABORATORIO	AGUALIMSU SAS
CONTACTO	LILIANA ORTIZ R / YOHANA GIRALDO	CONTACTO	VIVIANA CASTILLO
DIRECCION	CALLE 13 # 7 A - 41	DIRECCION	CALLE 13 # 6 -10
TELEFONO	3144803283 - 3103040684	E-MAIL	agualimsultda@yahoo.es
CIUDAD	NEIVA - HUILA	CIUDAD	NEIVA - HUILA

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA			
RADICADO DE LA MUESTRA:	C2491	PRODUCTO/MATRIZ:	AGUA SUPERFICIAL
MUESTRA TOMADA POR:	FREDDY ANDRÉZ CHÁVEZ	SITIO DE TOMA:	VEREDA SAN ISIDRO - CAMPOALEGRE
PLAN DE MUESTREO:	0179-17-1	PUNTO DE TOMA:	TOMO DEL PREDIO EL GUAMAL
PROCEDIMIENTO N.:	N.E	CANTIDAD DE MUESTRA:	2,25 L
TIPO DE MUESTREO:	PUNTUAL	LOTE:	N.A
FECHA DE TOMA:	2017-08-23	VENCIMIENTO DE LA MUESTRA:	N.A
FECHA DE RECEPCION:	2017-08-23	FECHA DE EMISION DE REPORT	2017-08-31

PARAMETROS	MÉTODO DE ANALISIS	RESULTADO	UNIDADES	VALORES ACEPTABLES SEGÚN DECRETO 1076 DE 2015, Art. 2.2.3.3.9.4	FECHA DE ANÁLISIS
FISICOQUÍMICOS (MUESTRA N° C2491)					
% SAT de Oxígeno Disuelto	SM 4500 OG	88,60	%	N.A	2017-08-23
Alcalinidad Total	SM 2320 B	71,47	mg CaCO ₃ / L	N.A	2017-08-25
Conductividad	SM 2510 B	130,40	µ S / cm	N.A	2017-08-23
DBO ₅	SM 5210 B	1,01	mg / L	N.A	2017-08-24
Dureza Total	SM 2340 C	48,38	mg CaCO ₃ / L	N.A	2017-08-25
Fosfatos	SM 4500 P C	0,40	mg PO ₄ / L	N.A	2017-08-25
Fósforo Total (P)	SM 4500 P E	0,10	mg P / L	N.A	2017-08-25
Nitratos	SM 4500 NO3 B	1,00	mg NO ₃ / L	10	2017-08-25
pH	SM 4500 H+B	7,70	Unidades de pH	6,5 - 8,5	2017-08-23
Solidos suspendidos totales	SM 2540 D	24,00	mg / L	N.A	2017-08-25
Solidos Totales	SM 2540 D	119,00	mg / L	N.A	2017-08-25
Temperatura Muestra	SM 2550	12,20	°C	N.A	2017-08-23
Turbidez	SM 2130 B	2,69	UNT	10	2017-08-25
Caudal	-	0,18	L/s	N.A	2017-08-23
MICROBIOLÓGICOS (MUESTRA N° C2491)					
Coliformes Totales	SM 9221 B	46	NMP / 100 mL	1000	2017-08-24
Coliformes termotolerantes	SM 9221 E	46	NMP / 100 mL	N.A	2017-08-24

Rango de Temperatura ambiente durante los ensayos: 27,8 - 29,1 °C Rango de Humedad Relativa durante los ensayos: 35 - 47 %

Abreviaturas: N.A.= No aplica N.E.= No establecido (<) Reporte menor al limite de detección del método

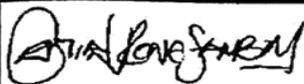
Observaciones:

Del tomo del predio El Guamal, abastece el predio La niña.

Hora de toma: 01:27 p.m

Los resultados corresponden a muestras tomadas por el Laboratorio.

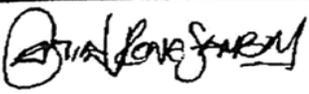
ANÁLISIS REVISADOS POR:



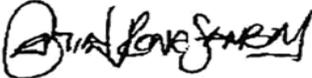
CRISTIAN RENÉ SAMBONI - DIRECTOR TÉCNICO P.Q. 4727

NOTA: Este documento y su contenido es propiedad intelectual de AGUALIMSU S.A.S. No divulgar, usar o reproducir sin autorización escrita de AGUALIMSU S.A.S.
ESTE RESULTADO ES VALIDO ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LA (S) MUESTRA (S) ANALIZADA (S)
FIN DEL REPORTE DE ENSAYO

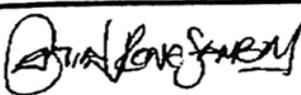
	AGUALIMSU S.A.S NIT. 813.001.240-5 Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos de Aguas, Alimentos y Suelos	REPORTE DE RESULTADO DE AGUAS		Página 1 de 1	
		Codigo: FQMB-02F01	Version: 01	Vigente desde: 2017-05-02 Fecha de impresión: 2017-08-23	
REPORTE DE RESULTADOS DE LABORATORIO N. R0916-17					
PARCIAL		FINAL		X	
DATOS DEL CLIENTE			LABORATORIO DE ANÁLISIS		
NOMBRE DE EMPRESA	LILIANA ORTIZ R / YOHANA GIRALDO		NOMBRE LABORATORIO	AGUALIMSU SAS	
CONTACTO	LILIANA ORTIZ R / YOHANA GIRALDO		CONTACTO	VIVIANA CASTILLO	
DIRECCION	CALLE 13 # 7 A - 41		DIRECCION	CALLE 13 # 6 -10	
TELEFONO	3144803283 - 3103040684		E-MAIL	agualimsultda@yahoo.es	
CIUDAD	NEIVA - HUILA		CIUDAD	NEIVA - HUILA	
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA					
RADICADO DE LA MUESTRA:	C2183		PRODUCTO/MATRIZ:	AGUA SUPERFICIAL	
MUESTRA TOMADA POR:	FREDDY ANDRÉZ CHÁVEZ		SITIO DE TOMA:	VEREDA SAN ISIDRO - CAMPOALEGRE	
PLAN DE MUESTREO:	0179-17-1		PUNTO DE TOMA:	TOMO SERGIO MINÚ	
PROCEDIMIENTO N.:	N.E		CANTIDAD DE MUESTRA:	1,75 L	
TIPO DE MUESTREO:	PUNTUAL		LOTE:	N.A	
FECHA DE TOMA:	2017-08-09		VENCIMIENTO DE LA MUESTRA:	N.A	
FECHA DE RECEPCION:	2017-08-09		FECHA DE EMISION DE REPORT	2017-08-23	
PARAMETROS					
PARAMETROS	MÉTODO DE ANÁLISIS	RESULTADO	UNIDADES	VALORES ACEPTABLES SEGÚN DECRETO 1076 DE 2015, Art 2.2.3.3.9.4	FECHA DE ANÁLISIS
FISICOQUÍMICOS (MUESTRA N° C2183)					
% SAT de Oxígeno Disuelto	SM 4500 OG	91,30	%	N.A	2017-08-09
Alcalinidad Total	SM 2320 B	103,60	mg CaCO ₃ / L	N.A	2017-08-14
Conductividad	SM 2510 B	199,90	µ S / cm	N.A	2017-08-09
DBO ₅	SM 5210 B	3,75	mg / L	N.A	2017-08-10
Dureza Total	SM 2340 C	82,66	mg CaCO ₃ / L	N.A	2017-08-14
Fosfatos	SM 4500 P C	0,60	mg PO ₄ / L	N.A	2017-08-11
Fósforo Total (P)*	SM 4500 P E	0,20	mg P / L	N.A	2017-08-11
Nitratos	SM 4500 NO3 B	3,00	mg NO ₃ / L	10	2017-08-11
pH	SM 4500 H+B	7,61	Unidades de pH	6,5 - 8,5	2017-08-09
Solidos suspendidos totales	SM 2540 D	11,00	mg / L	N.A	2017-08-14
Solidos Totales	SM 2540 D	178,00	mg / L	N.A	2017-08-14
Temperatura Muestra	SM 2550	23,60	°C	N.A	2017-08-09
Turbidez	SM 2130 B	1,40	UNT	10	2017-08-11
Caudal	-	0,33	L/s	N.A	2017-08-09
MICROBIOLÓGICOS (MUESTRA N° C2183)					
Coliformes Totales	SM 9221 B	540	NMP / 100 mL	1000	2017-08-10
Coliformes termotolerantes	SM 9221 E	2	NMP / 100 mL	N.A	2017-08-10
Rango de Temperatura ambiente durante los ensayos: 27,5 - 28,4 °C			Rango de Humedad Relativa durante los ensayos: 36 - 37 %		
Abreviaturas: N.A.= No aplica N.E.= No establecido (<) Reporte menor al limite de detección del método					
Observaciones:					
Del tomo Sergio Minu, se abastece el predio La Esperanza 1.					
Hora de toma: 01:26 p.m					
Los resultados corresponden a muestras tomadas por el Laboratorio.					
ANÁLISIS REVISADOS POR:					
					
CRISTIAN RENE SAMBONI - DIRECTOR TÉCNICO P.Q. 4727					
NOTA: Este documento y su contenido es propiedad intelectual de AGUALIMSU S.A.S. No divulgar, usar o reproducir sin autorización escrita de AGUALIMSU S.A.S. ESTE RESULTADO ES VALIDO ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LA (S) MUESTRA (S) ANALIZADA (S)					
FIN DEL REPORTE DE ENSAYO					

	AGUALIMSU S.A.S Nit. 813.001.240-5 Análisis Fisicoquímicos y Microbiológicos de Aguas, Alimentos y Suelos	REPORTE DE RESULTADO DE AGUAS		Página 1 de 1	
		Codigo: FQMB-02F01	Version: 01	Vigente desde: 2017-05-02 Fecha de impresión: 2017-08-31	
REPORTE DE RESULTADOS DE LABORATORIO N. R0988-17					
PARCIAL				FINAL	
				X	
DATOS DEL CLIENTE			LABORATORIO DE ANÁLISIS		
NOMBRE DE EMPRESA	LILIANA ORTIZ R / YOHANA GIRALDO		NOMBRE LABORATORIO	AGUALIMSU SAS	
CONTACTO	LILIANA ORTIZ R / YOHANA GIRALDO		CONTACTO	VIVIANA CASTILLO	
DIRECCION	CALLE 13 # 7 A - 41		DIRECCION	CALLE 13 # 6 -10	
TELEFONO	3144803283 - 3103040684		E-MAIL	agualimsultda@yahoo.es	
CIUDAD	NEIVA - HUILA		CIUDAD	NEIVA - HUILA	
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA					
RADICADO DE LA MUESTRA:	C2489		PRODUCTO/MATRIZ:	AGUA SUPERFICIAL	
MUESTRA TOMADA POR:	FREDDY ANDRÉZ CHÁVEZ		SITIO DE TOMA:	VEREDA SAN ISIDRO - CAMPOALEGRE	
PLAN DE MUESTREO:	0179-17-1		PUNTO DE TOMA:	ACUEDUCTO MIRAFLORES	
PROCEDIMIENTO N.:	N.E		CANTIDAD DE MUESTRA:	2,25 L	
TIPO DE MUESTREO:	PUNTUAL		LOTE:	N.A	
FECHA DE TOMA:	2017-08-23		VENCIMIENTO DE LA MUESTRA:	N.A	
FECHA DE RECEPCION:	2017-08-23		FECHA DE EMISION DE REPORTE:	2017-08-31	
VALORES ACEPTABLES SEGÚN DECRETO 1076 DE 2015, Art. 2.2.3.3.9.4					
PARAMETROS	MÉTODO DE ANALISIS	RESULTADO	UNIDADES	VALORES ACEPTABLES SEGÚN DECRETO 1076 DE 2015, Art. 2.2.3.3.9.4	FECHA DE ANÁLISIS
FISICOQUÍMICOS (MUESTRA N° C2489)					
% SAT de Oxígeno Disuelto	SM 4500 OG	91,40	%	N.A	2017-08-23
Alcalinidad Total	SM 2320 B	105,26	mg CaCO ₃ / L	N.A	2017-08-25
Conductividad	SM 2510 B	200,90	µ S / cm	N.A	2017-08-23
DBO ₅	SM 5210 B	1,29	mg / L	N.A	2017-08-24
Dureza Total	SM 2340 C	86,69	mg CaCO ₃ / L	N.A	2017-08-25
Fosfatos	SM 4500 P C	1,00	mg PO ₄ / L	N.A	2017-08-25
Fósforo Total (P)	SM 4500 P E	0,30	mg P / L	N.A	2017-08-25
Nitratos	SM 4500 NO3 B	2,20	mg NO ₃ / L	10	2017-08-25
pH	SM 4500 H+B	7,80	Unidades de pH	6,5 - 8,5	2017-08-23
Solidos suspendidos totales	SM 2540 D	4,50	mg / L	N.A	2017-08-25
Solidos Totales	SM 2540 D	163,00	mg / L	N.A	2017-08-25
Temperatura Muestra	SM 2550	17,80	°C	N.A	2017-08-23
Turbidez	SM 2130 B	2,69	UNT	10	2017-08-25
Caudal	-	0,45	L/s	N.A	2017-08-23
MICROBIOLÓGICOS (MUESTRA N° C2489)					
Coliformes Totales	SM 9221 B	33	NMP / 100 mL	1000	2017-08-24
Coliformes termotolerantes	SM 9221 E	23	NMP / 100 mL	N.A	2017-08-24
Rango de Temperatura ambiente durante los ensayos: 27,8 - 29,1 °C			Rango de Humedad Relativa durante los ensayos: 35 - 47 %		
Abreviaturas: N.A.= No aplica N.E.= No establecido (<) Reporte menor al límite de detección del método					
Observaciones:					
Del acueducto miraflores, se abastece el predio La Elba y el Diamante 1.					
Hora de toma: 08:40 a.m					
Los resultados corresponden a muestras tomadas por el Laboratorio.					
ANÁLISIS REVISADOS POR:					
					
CRISTIAN RENE SAMBONI - DIRECTOR TÉCNICO P.Q. 4727					
NOTA: Este documento y su contenido es propiedad intelectual de AGUALIMSU S.A.S. No divulgar, usar o reproducir sin autorización escrita de AGUALIMSU S.A.S. ESTE RESULTADO ES VALIDO ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LA (S) MUESTRA (S) ANALIZADA (S) FIN DEL REPORTE DE ENSAYO					

	AGUALIMSU S.A.S NIT. 813.001.240-5 Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos de Aguas, Alimentos y Suelos	REPORTE DE RESULTADO DE AGUAS		Página 1 de 1	
		Codigo: FQMB-02F01		Version: 01	
Vigente desde: 2017-05-02					
Fecha de impresión: 2017-08-25					
REPORTE DE RESULTADOS DE LABORATORIO N. R0962-17					
PARCIAL		FINAL		X	
DATOS DEL CLIENTE			LABORATORIO DE ANÁLISIS		
NOMBRE DE EMPRESA	LILIANA ORTIZ R / YOHANA GIRALDO		NOMBRE LABORATORIO	AGUALIMSU SAS	
CONTACTO	LILIANA ORTIZ R / YOHANA GIRALDO		CONTACTO	VIVIANA CASTILLO	
DIRECCION	CALLE 13 # 7 A - 41		DIRECCION	CALLE 13 # 6 -10	
TELEFONO	3144803283 - 3103040684		E-MAIL	agualimsultda@yahoo.es	
CIUDAD	NEIVA - HUILA		CIUDAD	NEIVA - HUILA	
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA					
RADICADO DE LA MUESTRA:	C2394		PRODUCTO/MATRIZ:	AGUA SUPERFICIAL	
MUESTRA TOMADA POR:	FREDDY ANDRÉZ CHÁVEZ		SITIO DE TOMA:	VEREDA SAN ISIDRO - CAMPOALEGRE	
PLAN DE MUESTREO:	0179-17-1		PUNTO DE TOMA:	TOMO DEL PREDIO EN FRENTE DE LA FINCA DE MEDARDO	
PROCEDIMIENTO N.:	N.E		CANTIDAD DE MUESTRA:	2,25 L	
TIPO DE MUESTREO:	PUNTUAL		LOTE:	N.A	
FECHA DE TOMA:	2017-08-16		VENCIMIENTO DE LA MUESTRA:	N.A	
FECHA DE RECEPCION:	2017-08-16		FECHA DE EMISION DE REPORT	2017-08-25	
VALORES ACEPTABLES SEGÚN DECRETO 1076 DE 2015, Art. 2.2.3.3.9.4					
PARAMETROS	MÉTODO DE ANALISIS	RESULTADO	UNIDADES	VALORES ACEPTABLES SEGÚN DECRETO 1076 DE 2015, Art. 2.2.3.3.9.4	FECHA DE ANÁLISIS
FISICOQUÍMICOS (MUESTRA N° C2394)					
% SAT de Oxígeno Disuelto	SM 4500 OG	75,30	%	N.A	2017-08-16
Alcalinidad Total	SM 2320 B	100,83	mg CaCO ₃ / L	N.A	2017-08-18
Conductividad	SM 2510 B	199,20	µ S / cm	N.A	2017-08-18
DBO ₅	SM 5210 B	0,60	mg / L	N.A	2017-08-17
Dureza Total	SM 2340 C	78,62	mg CaCO ₃ / L	N.A	2017-08-18
Fosfatos	SM 4500 P C	0,10	mg PO ₄ / L	N.A	2017-08-18
Fósforo Total (P)	SM 4500 P E	0,00	mg P / L	N.A	2017-08-18
Nitratos	SM 4500 NO3 B	2,40	mg NO ₃ / L	10	2017-08-18
pH	SM 4500 H+B	7,68	Unidades de pH	6,5 - 8,5	2017-08-16
Solidos suspendidos totales	SM 2540 D	25,50	mg / L	N.A	2017-08-18
Solidos Totales	SM 2540 D	151,00	mg / L	N.A	2017-08-18
Temperatura Muestra	SM 2550	20,90	°C	N.A	2017-08-16
Turbidez	SM 2130 B	0,39	UNT	10	2017-08-18
Caudal	-	0,53	L/s	N.A	2017-08-16
MICROBIOLÓGICOS (MUESTRA N° C2394)					
Coliformes Totales	SM 9221 B	240	NMP / 100 mL	1000	2017-08-17
Coliformes termotolentes	SM 9221 E	33	NMP / 100 mL	N.A	2017-08-17
Rango de Temperatura ambiente durante los ensayos: 27,4 - 30,4 °C			Rango de Humedad Relativa durante los ensayos: 40 %		
Abreviaturas: N.A. = No aplica N.E. = No establecido (<) Reporte menor al límite de detección del método					
Observaciones: Del tomo del predio en frente de la finca de Medardo, se abastece el predio La Primavera 1.					
Hora de toma: 03:16 p.m					
Los resultados corresponden a muestras tomadas por el Laboratorio.					
ANÁLISIS REVISADOS POR:					
					
CRISTIAN RENÉ SAMBONI - DIRECTOR TÉCNICO P.Q. 4727					
NOTA: Este documento y su contenido es propiedad intelectual de AGUALIMSU S.A.S. No divulgar, usar o reproducir sin autorización escrita de AGUALIMSU S.A.S. ESTE RESULTADO ES VALIDO ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LA (S) MUESTRA (S) ANALIZADA (S) FIN DEL REPORTE DE ENSAYO					

	AGUALIMSU S.A.S Nit. 813.001.240-5 Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos de Aguas, Alimentos y Suelos	REPORTE DE RESULTADO DE AGUAS		Página 1 de 1	
		Codigo: FQMB-02F01		Version: 01	
Vigente desde: 2017-05-02					
Fecha de impresión: 2017-08-25					
REPORTE DE RESULTADOS DE LABORATORIO N. R0962-17					
PARCIAL		FINAL		X	
DATOS DEL CLIENTE			LABORATORIO DE ANÁLISIS		
NOMBRE DE EMPRESA	LILIANA ORTIZ R / YOHANA GIRALDO		NOMBRE LABORATORIO	AGUALIMSU SAS	
CONTACTO	LILIANA ORTIZ R / YOHANA GIRALDO		CONTACTO	VIVIANA CASTILLO	
DIRECCION	CALLE 13 # 7 A - 41		DIRECCION	CALLE 13 # 6 -10	
TELEFONO	3144803283 - 3103040684		E-MAIL	agualimsultda@yahoo.es	
CIUDAD	NEIVA - HUILA		CIUDAD	NEIVA - HUILA	
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA					
RADICADO DE LA MUESTRA:	C2392		PRODUCTO/MATRIZ:	AGUA SUPERFICIAL	
MUESTRA TOMADA POR:	FREDDY ANDRÉZ CHÁVEZ		SITIO DE TOMA:	VEREDA SAN ISIDRO - CAMPOALEGRE	
PLAN DE MUESTREO:	0179-17-1		PUNTO DE TOMA:	TOMO DEL PREDIO DE RENÉ QUINTERO (CONSUMO HUMANO)	
PROCEDIMIENTO N.:	N.E		CANTIDAD DE MUESTRA:	2,25 L	
TIPO DE MUESTREO:	PUNTUAL		LOTE:	N.A	
FECHA DE TOMA:	2017-08-16		VENCIMIENTO DE LA MUESTRA:	N.A	
FECHA DE RECEPCION:	2017-08-16		FECHA DE EMISION DE REPORT	2017-08-25	
VALORES ACEPTABLES SEGÚN DECRETO 1076 DE 2015, Art. 2.2.3.3.9.4					
PARAMETROS	MÉTODO DE ANÁLISIS	RESULTADO	UNIDADES	VALORES ACEPTABLES SEGÚN DECRETO 1076 DE 2015, Art. 2.2.3.3.9.4	FECHA DE ANÁLISIS
FISICOQUÍMICOS (MUESTRA N° C2392)					
% SAT de Oxígeno Disuelto	SM 4500 OG	76,00	%	N.A	2017-08-16
Alcalinidad Total	SM 2320 B	111,91	mg CaCO ₃ / L	N.A	2017-08-18
Conductividad	SM 2510 B	247,00	µ S / cm	N.A	2017-08-18
DBO ₅	SM 5210 B	1,24	mg / L	N.A	2017-08-17
Dureza Total	SM 2340 C	85,68	mg CaCO ₃ / L	N.A	2017-08-18
Fosfatos	SM 4500 P C	1,10	mg PO ₄ / L	N.A	2017-08-18
Fósforo Total (P)	SM 4500 P E	0,40	mg P / L	N.A	2017-08-18
Nitratos	SM 4500 NO3 B	4,60	mg NO ₃ / L	10	2017-08-18
pH	SM 4500 H+B	7,80	Unidades de pH	6,5 - 8,5	2017-08-16
Solidos suspendidos totales	SM 2540 D	31,00	mg / L	N.A	2017-08-18
Solidos Totales	SM 2540 D	206,00	mg / L	N.A	2017-08-18
Temperatura Muestra	SM 2550	20,60	°C	N.A	2017-08-16
Turbidez	SM 2130 B	2,16	UNT	10	2017-08-18
Caudal	-	0,56	L/s	N.A	2017-08-16
MICROBIOLÓGICOS (MUESTRA N° C2392)					
Coliformes Totales	SM 9221 B	920	NMP / 100 mL	1000	2017-08-17
Coliformes termotolerantes	SM 9221 E	33	NMP / 100 mL	N.A	2017-08-17
Rango de Temperatura ambiente durante los ensayos: 27,4 - 30,4 °C			Rango de Humedad Relativa durante los ensayos: 40 %		
Abreviaturas: N.A.= No aplica N.E.= No establecido (-) Reporte menor al límite de detección del método					
Observaciones: Del tomo del predio de René Quintero, se abastece el predio El Silencio.					
Hora de toma: 12:30 p.m					
Los resultados corresponden a muestras tomadas por el Laboratorio.					
ANÁLISIS REVISADOS POR:					
					
CRISTIAN RENÉ SAMBONI - DIRECTOR TÉCNICO P.Q. 4727					
NOTA: Este documento y su contenido es propiedad intelectual de AGUALIMSU S.A.S. No divulgar, usar o reproducir sin autorización escrita de AGUALIMSU S.A.S. ESTE RESULTADO ES VALIDO ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LA (S) MUESTRA (S) ANALIZADA (S) FIN DEL REPORTE DE ENSAYO					

	AGUALIMSU S.A.S Nit. 813.001.240-5 Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos de Aguas, Alimentos y Suelos	REPORTE DE RESULTADO DE AGUAS		Página 1 de 1	
		Codigo: FQMB-02F01		Version: 01	
Fecha de impresión: 2017-08-25					
REPORTE DE RESULTADOS DE LABORATORIO N. R0962-17					
PARCIAL		FINAL		X	
DATOS DEL CLIENTE			LABORATORIO DE ANÁLISIS		
NOMBRE DE EMPRESA	LILIANA ORTIZ R / YOHANA GIRALDO		NOMBRE LABORATORIO	AGUALIMSU SAS	
CONTACTO	LILIANA ORTIZ R / YOHANA GIRALDO		CONTACTO	VIVIANA CASTILLO	
DIRECCION	CALLE 13 # 7 A - 41		DIRECCION	CALLE 13 # 6 -10	
TELEFONO	3144803283 - 3103040684		E-MAIL	agualimsultda@yahoo.es	
CIUDAD	NEIVA - HUILA		CIUDAD	NEIVA - HUILA	
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA					
RADICADO DE LA MUESTRA:	C2393		PRODUCTO/MATRIZ:	AGUA SUPERFICIAL	
MUESTRA TOMADA POR:	FREDDY ANDRÉZ CHÁVEZ		SITIO DE TOMA:	VEREDA SAN ISIDRO - CAMPOALEGRE	
PLAN DE MUESTREO:	0179-17-1		PUNTO DE TOMA:	TOMO DEL PREDIO LOS LIMONES	
PROCEDIMIENTO N.:	N.E		CANTIDAD DE MUESTRA:	2,25 L	
TIPO DE MUESTREO:	PUNTUAL		LOTE:	N.A	
FECHA DE TOMA:	2017-08-16		VENCIMIENTO DE LA MUESTRA:	N.A	
FECHA DE RECEPCION:	2017-08-16		FECHA DE EMISION DE REPORT	2017-08-25	
PARAMETROS	MÉTODO DE ANALISIS	RESULTADO	UNIDADES	VALORES ACEPTABLES SEGÚN DECRETO 1076 DE 2015, Art. 2.2.3.3.9.4	FECHA DE ANÁLISIS
FISICOQUÍMICOS (MUESTRA N° C2393)					
% SAT de Oxígeno Disuelto	SM 4500 OG	68,00	%	N.A	2017-08-16
Alcalinidad Total	SM 2320 B	87,53	mg CaCO ₃ / L	N.A	2017-08-18
Conductividad	SM 2510 B	218,20	μ S / cm	N.A	2017-08-18
DBO ₅	SM 5210 B	0,11	mg / L	N.A	2017-08-17
Dureza Total	SM 2340 C	60,48	mg CaCO ₃ / L	N.A	2017-08-18
Fosfatos	SM 4500 P C	0,60	mg PO ₄ / L	N.A	2017-08-18
Fósforo Total (P)	SM 4500 P E	0,20	mg P / L	N.A	2017-08-18
Nitratos	SM 4500 NO3 B	1,70	mg NO ₃ / L	10	2017-08-18
pH	SM 4500 H+B	7,80	Unidades de pH	6,5 - 8,5	2017-08-16
Solidos suspendidos totales	SM 2540 D	9,50	mg / L	N.A	2017-08-18
Solidos Totales	SM 2540 D	155,00	mg / L	N.A	2017-08-18
Temperatura Muestra	SM 2550	21,40	°C	N.A	2017-08-16
Turbidez	SM 2130 B	0,61	UNT	10	2017-08-18
Caudal	-	0,72	L/s	N.A	2017-08-16
MICROBIOLÓGICOS (MUESTRA N° C2393)					
Coliformes Totales	SM 9221 B	2400	NMP / 100 mL	1000	2017-08-17
Coliformes termotolerantes	SM 9221 E	220	NMP / 100 mL	N.A	2017-08-17
Rango de Temperatura ambiente durante los ensayos: 27,4 - 30,4 °C			Rango de Humedad Relativa durante los ensayos: 40 %		
Abreviaturas: N.A.= No aplica N.E.= No establecido (-) Reporte menor al limite de detección del método					
Observaciones:					
Del tomo del predio los limones, se abastecen los predios El Regalo y La Floresta.					
Hora de toma: 01:47 p.m					
Los resultados corresponden a muestras tomadas por el Laboratorio.					
ANÁLISIS REVISADOS POR:					
					
CRISTIAN RENÉ SAMBONI - DIRECTOR TÉCNICO P.Q. 4727					
NOTA: Este documento y su contenido es propiedad intelectual de AGUALIMSU S.A.S. No divulgar, usar o reproducir sin autorización escrita de AGUALIMSU S.A.S. ESTE RESULTADO ES VALIDO ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LA (S) MUESTRA (S) ANALIZADA (S) FIN DEL REPORTE DE ENSAYO					

	AGUALIMSU S.A.S Nit. 813.001.240-5 Análisis Fisicoquímicos y Microbiológicos de Aguas, Alimentos y Suelos	REPORTE DE RESULTADO DE AGUAS		Página 1 de 1																																																																																																																			
		Codigo: FQMB-02F01		Version: 01																																																																																																																			
Vigente desde: 2017-05-02																																																																																																																							
Fecha de impresión: 2017-08-31																																																																																																																							
REPORTE DE RESULTADOS DE LABORATORIO N. R0988-17																																																																																																																							
PARCIAL		FINAL		X																																																																																																																			
DATOS DEL CLIENTE			LABORATORIO DE ANÁLISIS																																																																																																																				
NOMBRE DE EMPRESA	LILIANA ORTIZ R / YOHANA GIRALDO		NOMBRE LABORATORIO	AGUALIMSU SAS																																																																																																																			
CONTACTO	LILIANA ORTIZ R / YOHANA GIRALDO		CONTACTO	VIVIANA CASTILLO																																																																																																																			
DIRECCION	CALLE 13 # 7 A - 41		DIRECCION	CALLE 13 # 6 -10																																																																																																																			
TELEFONO	3144803283 - 3103040684		E-MAIL	agualimsulda@yahoo.es																																																																																																																			
CIUDAD	NEIVA - HUILA		CIUDAD	NEIVA - HUILA																																																																																																																			
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA																																																																																																																							
RADICADO DE LA MUESTRA:	C2490		PRODUCTO/MATRIZ:	AGUA SUPERFICIAL																																																																																																																			
MUESTRA TOMADA POR:	FREDDY ANDRÉZ CHÁVEZ		SITIO DE TOMA:	VEREDA SAN ISIDRO - CAMPOALEGRE																																																																																																																			
PLAN DE MUESTREO:	0179-17-1		PUNTO DE TOMA:	ACUEDUCTO ROBLE BAJO																																																																																																																			
PROCEDIMIENTO N.:	N.E		CANTIDAD DE MUESTRA:	2,25 L																																																																																																																			
TIPO DE MUESTREO:	PUNTUAL		LOTE:	N.A																																																																																																																			
FECHA DE TOMA:	2017-08-23		VENCIMIENTO DE LA MUESTRA:	N.A																																																																																																																			
FECHA DE RECEPCION:	2017-08-23		FECHA DE EMISION DE REPORT	2017-08-31																																																																																																																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 20%;">PARAMETROS</th> <th style="width: 15%;">MÉTODO DE ANÁLISIS</th> <th style="width: 15%;">RESULTADO</th> <th style="width: 15%;">UNIDADES</th> <th style="width: 20%;">VALORES ACEPTABLES SEGÚN DECRETO 1076 DE 2015, Art. 2.2.3.3.9.4</th> <th style="width: 15%;">FECHA DE ANÁLISIS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="6" style="text-align: center;">FISICOQUÍMICOS (MUESTRA N° C2490)</td> </tr> <tr> <td>% SAT de Oxígeno Disuelto</td> <td>SM 4500 OG</td> <td>90,50</td> <td>%</td> <td>N.A</td> <td>2017-08-23</td> </tr> <tr> <td>Alcalinidad Total</td> <td>SM 2320 B</td> <td>53,18</td> <td>mg CaCO₃ / L</td> <td>N.A</td> <td>2017-08-25</td> </tr> <tr> <td>Conductividad</td> <td>SM 2510 B</td> <td>88,60</td> <td>μ S / cm</td> <td>N.A</td> <td>2017-08-23</td> </tr> <tr> <td>DBO₅</td> <td>SM 5210 B</td> <td>1,20</td> <td>mg / L</td> <td>N.A</td> <td>2017-08-24</td> </tr> <tr> <td>Dureza Total</td> <td>SM 2340 C</td> <td>34,27</td> <td>mg CaCO₃ / L</td> <td>N.A</td> <td>2017-08-25</td> </tr> <tr> <td>Fosfatos</td> <td>SM 4500 P C</td> <td>1,60</td> <td>mg PO₄ / L</td> <td>N.A</td> <td>2017-08-25</td> </tr> <tr> <td>Fósforo Total (P)</td> <td>SM 4500 P E</td> <td>0,50</td> <td>mg P / L</td> <td>N.A</td> <td>2017-08-25</td> </tr> <tr> <td>Nitratos</td> <td>SM 4500 NO3 B</td> <td>1,00</td> <td>mg NO₃ / L</td> <td>10</td> <td>2017-08-25</td> </tr> <tr> <td>pH</td> <td>SM 4500 H+B</td> <td>7,70</td> <td>Unidades de pH</td> <td>6,5 - 8,5</td> <td>2017-08-23</td> </tr> <tr> <td>Solidos suspendidos totales</td> <td>SM 2540 D</td> <td>88,00</td> <td>mg / L</td> <td>N.A</td> <td>2017-08-25</td> </tr> <tr> <td>Solidos Totales</td> <td>SM 2540 D</td> <td>200,00</td> <td>mg / L</td> <td>N.A</td> <td>2017-08-25</td> </tr> <tr> <td>Temperatura Muestra</td> <td>SM 2550</td> <td>14,40</td> <td>°C</td> <td>N.A</td> <td>2017-08-23</td> </tr> <tr> <td>Turbidez</td> <td>SM 2130 B</td> <td>6,55</td> <td>UNT</td> <td>10</td> <td>2017-08-25</td> </tr> <tr> <td>Caudal</td> <td>-</td> <td>2,69</td> <td>L/s</td> <td>N.A</td> <td>2017-08-23</td> </tr> <tr> <td colspan="6" style="text-align: center;">MICROBIOLÓGICOS (MUESTRA N° C2490)</td> </tr> <tr> <td>Coliformes Totales</td> <td>SM 9221 B</td> <td>22</td> <td>NMP / 100 mL</td> <td>1000</td> <td>2017-08-24</td> </tr> <tr> <td>Coliformes termotolerantes</td> <td>SM 9221 E</td> <td>13</td> <td>NMP / 100 mL</td> <td>N.A</td> <td>2017-08-24</td> </tr> </tbody> </table>						PARAMETROS	MÉTODO DE ANÁLISIS	RESULTADO	UNIDADES	VALORES ACEPTABLES SEGÚN DECRETO 1076 DE 2015, Art. 2.2.3.3.9.4	FECHA DE ANÁLISIS	FISICOQUÍMICOS (MUESTRA N° C2490)						% SAT de Oxígeno Disuelto	SM 4500 OG	90,50	%	N.A	2017-08-23	Alcalinidad Total	SM 2320 B	53,18	mg CaCO ₃ / L	N.A	2017-08-25	Conductividad	SM 2510 B	88,60	μ S / cm	N.A	2017-08-23	DBO ₅	SM 5210 B	1,20	mg / L	N.A	2017-08-24	Dureza Total	SM 2340 C	34,27	mg CaCO ₃ / L	N.A	2017-08-25	Fosfatos	SM 4500 P C	1,60	mg PO ₄ / L	N.A	2017-08-25	Fósforo Total (P)	SM 4500 P E	0,50	mg P / L	N.A	2017-08-25	Nitratos	SM 4500 NO3 B	1,00	mg NO ₃ / L	10	2017-08-25	pH	SM 4500 H+B	7,70	Unidades de pH	6,5 - 8,5	2017-08-23	Solidos suspendidos totales	SM 2540 D	88,00	mg / L	N.A	2017-08-25	Solidos Totales	SM 2540 D	200,00	mg / L	N.A	2017-08-25	Temperatura Muestra	SM 2550	14,40	°C	N.A	2017-08-23	Turbidez	SM 2130 B	6,55	UNT	10	2017-08-25	Caudal	-	2,69	L/s	N.A	2017-08-23	MICROBIOLÓGICOS (MUESTRA N° C2490)						Coliformes Totales	SM 9221 B	22	NMP / 100 mL	1000	2017-08-24	Coliformes termotolerantes	SM 9221 E	13	NMP / 100 mL	N.A	2017-08-24
PARAMETROS	MÉTODO DE ANÁLISIS	RESULTADO	UNIDADES	VALORES ACEPTABLES SEGÚN DECRETO 1076 DE 2015, Art. 2.2.3.3.9.4	FECHA DE ANÁLISIS																																																																																																																		
FISICOQUÍMICOS (MUESTRA N° C2490)																																																																																																																							
% SAT de Oxígeno Disuelto	SM 4500 OG	90,50	%	N.A	2017-08-23																																																																																																																		
Alcalinidad Total	SM 2320 B	53,18	mg CaCO ₃ / L	N.A	2017-08-25																																																																																																																		
Conductividad	SM 2510 B	88,60	μ S / cm	N.A	2017-08-23																																																																																																																		
DBO ₅	SM 5210 B	1,20	mg / L	N.A	2017-08-24																																																																																																																		
Dureza Total	SM 2340 C	34,27	mg CaCO ₃ / L	N.A	2017-08-25																																																																																																																		
Fosfatos	SM 4500 P C	1,60	mg PO ₄ / L	N.A	2017-08-25																																																																																																																		
Fósforo Total (P)	SM 4500 P E	0,50	mg P / L	N.A	2017-08-25																																																																																																																		
Nitratos	SM 4500 NO3 B	1,00	mg NO ₃ / L	10	2017-08-25																																																																																																																		
pH	SM 4500 H+B	7,70	Unidades de pH	6,5 - 8,5	2017-08-23																																																																																																																		
Solidos suspendidos totales	SM 2540 D	88,00	mg / L	N.A	2017-08-25																																																																																																																		
Solidos Totales	SM 2540 D	200,00	mg / L	N.A	2017-08-25																																																																																																																		
Temperatura Muestra	SM 2550	14,40	°C	N.A	2017-08-23																																																																																																																		
Turbidez	SM 2130 B	6,55	UNT	10	2017-08-25																																																																																																																		
Caudal	-	2,69	L/s	N.A	2017-08-23																																																																																																																		
MICROBIOLÓGICOS (MUESTRA N° C2490)																																																																																																																							
Coliformes Totales	SM 9221 B	22	NMP / 100 mL	1000	2017-08-24																																																																																																																		
Coliformes termotolerantes	SM 9221 E	13	NMP / 100 mL	N.A	2017-08-24																																																																																																																		
Rango de Temperatura ambiente durante los ensayos: 27,8 - 29,1 °C			Rango de Humedad Relativa durante los ensayos: 35 - 47 %																																																																																																																				
Abreviaturas: N.A.= No aplica N.E.= No establecido (<) Reporte menor al límite de detección del método Observaciones: Del acueducto Roble Bajo, se abastecen los predios El Guamal, El diamante y La Primavera. Hora de toma: 11:10 a.m Los resultados corresponden a muestras tomadas por el Laboratorio.																																																																																																																							
ANÁLISIS REVISADOS POR:																																																																																																																							
 CRISTIAN RENÉ SAMBONI - DIRECTOR TÉCNICO P.Q. 4727																																																																																																																							
NOTA: Este documento y su contenido es propiedad intelectual de AGUALIMSU S.A.S. No divulgar, usar o reproducir sin autorización escrita de AGUALIMSU S.A.S. ESTE RESULTADO ES VALIDO ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LA (S) MUESTRA (S) ANALIZADA (S) FIN DEL REPORTE DE ENSAYO																																																																																																																							

	AGUALIMSU S.A.S Nit. 813.001.240-5 Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos de Aguas, Alimentos y Suelos	REPORTE DE RESULTADO DE AGUAS		Página 1 de 1	
		Codigo: FQMB-02F01		Version: 01	
Vigente desde: 2017-05-02					
Fecha de impresión: 2017-08-23					
REPORTE DE RESULTADOS DE LABORATORIO N. R0916-17					
PARCIAL				FINAL	
				X	
DATOS DEL CLIENTE			LABORATORIO DE ANÁLISIS		
NOMBRE DE EMPRESA	LILIANA ORTIZ R / YOHANA GIRALDO		NOMBRE LABORATORIO	AGUALIMSU SAS	
CONTACTO	LILIANA ORTIZ R / YOHANA GIRALDO		CONTACTO	VIVIANA CASTILLO	
DIRECCION	CALLE 13 # 7 A - 41		DIRECCION	CALLE 13 # 6 -10	
TELEFONO	3144803283 - 3103040684		E-MAIL	agualimsulda@yahoo.es	
CIUDAD	NEIVA - HUILA		CIUDAD	NEIVA - HUILA	
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA					
RADICADO DE LA MUESTRA:	C2181		PRODUCTO/MATRIZ:	AGUA SUPERFICIAL	
MUESTRA TOMADA POR:	FREDDY ANDRÉZ CHÁVEZ		SITIO DE TOMA:	VEREDA SAN ISIDRO - CAMPOALEGRE	
PLAN DE MUESTREO:	0179-17-1		PUNTO DE TOMA:	TOMO 2 - CARLOS (ACUEDUCTO SAN ISIDRO)	
PROCEDIMIENTO N.:	N.E		CANTIDAD DE MUESTRA:	1,75 L	
TIPO DE MUESTREO:	PUNTUAL		LOTE:	N.A	
FECHA DE TOMA:	2017-08-09		VENCIMIENTO DE LA MUESTRA:	N.A	
FECHA DE RECEPCION:	2017-08-09		FECHA DE EMISION DE REPORTE:	2017-08-23	
VALORES ACEPTABLES SEGÚN DECRETO 1076 DE 2015, Art. 2.2.3.3.9.4					
PARAMETROS	MÉTODO DE ANALISIS	RESULTADO	UNIDADES	VALORES ACEPTABLES SEGÚN DECRETO 1076 DE 2015, Art. 2.2.3.3.9.4	FECHA DE ANÁLISIS
FISICOQUÍMICOS (MUESTRA N° C2181)					
% SAT de Oxígeno Disuelto	SM 4500 OG	73,50	%	N.A	2017-08-09
Alcalinidad Total	SM 2320 B	88,90	mg CaCO ₃ / L	N.A	2017-08-14
Conductividad	SM 2510 B	282,00	µ S / cm	N.A	2017-08-09
DBO ₅	SM 5210 B	4,08	mg / L	N.A	2017-08-10
Dureza Total	SM 2340 C	77,62	mg CaCO ₃ / L	N.A	2017-08-14
Fosfatos	SM 4500 P C	0,40	mg PO ₄ / L	N.A	2017-08-11
Fósforo Total (P)*	SM 4500 P E	0,10	mg P / L	N.A	2017-08-11
Nitratos	SM 4500 NO ₃ B	0,90	mg NO ₃ / L	10	2017-08-11
pH	SM 4500 H+B	7,51	Unidades de pH	6,5 - 8,5	2017-08-09
Solidos suspendidos totales	SM 2540 D	34,00	mg / L	N.A	2017-08-14
Solidos Totales	SM 2540 D	211,00	mg / L	N.A	2017-08-14
Temperatura Muestra	SM 2550	25,00	°C	N.A	2017-08-09
Turbidez	SM 2130 B	0,65	UNT	10	2017-08-11
Caudal	-	4,48	L/s	N.A	2017-08-09
MICROBIOLÓGICOS (MUESTRA N° C2181)					
Coliformes Totales	SM 9221 B	170	NMP / 100 mL	1000	2017-08-10
Coliformes termotolerantes	SM 9221 E	4	NMP / 100 mL	N.A	2017-08-10
Rango de Temperatura ambiente durante los ensayos: 27,5 - 28,4 °C			Rango de Humedad Relativa durante los ensayos: 36 - 37 %		
Abreviaturas: N.A.= No aplica N.E.= No establecido (<) Reporte menor al limite de detección del método					
Observaciones:					
Del tomo 2 - Carlos (Acueducto San Isidro), se abastecen los predios Los naranjos, El sinai y El Espejo.					
Hora de toma: 09:08 a.m					
Los resultados corresponden a muestras tomadas por el Laboratorio.					
ANÁLISIS REVISADOS POR:					
					
CRISTIAN RENÉ SAMBONI - DIRECTOR TÉCNICO P.Q. 4727					
NOTA: Este documento y su contenido es propiedad intelectual de AGUALIMSU S.A.S. No divulgar, usar o reproducir sin autorización escrita de AGUALIMSU S.A.S.					
ESTE RESULTADO ES VALIDO ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LA (S) MUESTRA (S) ANALIZADA (S)					
FIN DEL REPORTE DE ENSAYO					

	AGUALIMSU S.A.S NIT. 813.001.240-5 Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos de Aguas, Alimentos y Suelos	REPORTE DE RESULTADO DE AGUAS		Página 1 de 1
				Vigente desde: 2017-05-02
		Codigo: FQMB-02F01	Version: 01	Fecha de impresión: 2017-08-25

REPORTE DE RESULTADOS DE LABORATORIO N. R0962-17

PARCIAL	FINAL	X
---------	-------	---

DATOS DEL CLIENTE		LABORATORIO DE ANÁLISIS	
NOMBRE DE EMPRESA	LILIANA ORTIZ R / YOHANA GIRALDO	NOMBRE LABORATORIO	AGUALIMSU SAS
CONTACTO	LILIANA ORTIZ R / YOHANA GIRALDO	CONTACTO	VIVIANA CASTILLO
DIRECCION	CALLE 13 # 7 A - 41	DIRECCION	CALLE 13 # 6 -10
TELEFONO	3144803283 - 3103040684	E-MAIL	agualimsultda@yahoo.es
CIUDAD	NEIVA - HUILA	CIUDAD	NEIVA - HUILA

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA			
RADICADO DE LA MUESTRA:	C2390	PRODUCTO/MATRIZ:	AGUA SUPERFICIAL
MUESTRA TOMADA POR:	FREDDY ANDRÉZ CHÁVEZ	SITIO DE TOMA:	VEREDA SAN ISIDRO - CAMPOALEGRE
PLAN DE MUESTREO:	0179-17-1	PUNTO DE TOMA:	ACUEDUCTO LOS QUINTERO
PROCEDIMIENTO N.:	N.E	CANTIDAD DE MUESTRA:	2,25 L
TIPO DE MUESTREO:	PUNTUAL	LOTE:	N.A
FECHA DE TOMA:	2017-08-16	VENCIMIENTO DE LA MUESTRA:	N.A
FECHA DE RECEPCION:	2017-08-16	FECHA DE EMISION DE REPORT	2017-08-25

PARAMETROS	MÉTODO DE ANALISIS	RESULTADO	UNIDADES	VALORES ACEPTABLES SEGÚN DECRETO 1076 DE 2015, Art 2.2.3.3.9.4	FECHA DE ANÁLISIS
FISICOQUÍMICOS (MUESTRA N° C2390)					
% SAT de Oxígeno Disuelto	SM 4500 OG	74,60	%	N.A	2017-08-16
Alcalinidad Total	SM 2320 B	70,36	mg CaCO ₃ / L	N.A	2017-08-18
Conductividad	SM 2510 B	279,00	µ S / cm	N.A	2017-08-18
DBO ₅	SM 5210 B	4,50	mg / L	N.A	2017-08-17
Dureza Total	SM 2340 C	59,47	mg CaCO ₃ / L	N.A	2017-08-18
Fosfatos	SM 4500 P C	0,50	mg PO ₄ / L	N.A	2017-08-18
Fósforo Total (P)*	SM 4500 P E	0,20	mg P / L	N.A	2017-08-18
Nitratos	SM 4500 NO3 B	0,90	mg NO ₃ / L	10	2017-08-18
pH	SM 4500 H+B	7,40	Unidades de pH	6,5 - 8,5	2017-08-16
Sólidos suspendidos totales	SM 2540 D	6,00	mg / L	N.A	2017-08-18
Sólidos Totales	SM 2540 D	171,00	mg / L	N.A	2017-08-18
Temperatura Muestra	SM 2550	18,60	°C	N.A	2017-08-16
Turbidez	SM 2130 B	0,95	UNT	10	2017-08-18
Caudal	-	8,50	L/s	N.A	2017-08-16
MICROBIOLOGICOS (MUESTRA N° C2390)					
Coliformes Totales	SM 9221 B	220	NMP / 100 mL	1000	2017-08-17
Coliformes termotolerantes	SM 9221 E	33	NMP / 100 mL	N.A	2017-08-17

Rango de Temperatura ambiente durante los ensayos: 27,4 - 30,4 °C Rango de Humedad Relativa durante los ensayos: 40 %

Abreviaturas: N.A.= No aplica N.E.= No establecido (<) Reporte menor al limite de detección del método

Observaciones:

Del acueducto los Quintero, se abastecen los predios Lote #3 y Lote # 2.

Hora de toma: 10:00 a.m

Los resultados corresponden a muestras tomadas por el Laboratorio.

ANÁLISIS REVISADOS POR:



CRISTIAN RENÉ SAMBONI - DIRECTOR TÉCNICO P.Q. 4727

NOTA: Este documento y su contenido es propiedad intelectual de AGUALIMSU S.A.S. No divulgar, usar o reproducir sin autorización escrita de AGUALIMSU S.A.S. ESTE RESULTADO ES VALIDO ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LA (S) MUESTRA (S) ANALIZADA (S)

FIN DEL REPORTE DE ENSAYO

	AGUALIMSU S.A.S Nit. 813.001.240-5 Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos de Aguas, Alimentos y Suelos	REPORTE DE RESULTADO DE AGUAS		Página 1 de 1	
		Codigo: FQMB-02F01	Version: 01	Vigente desde: 2017-05-02	
					Fecha de impresión: 2017-08-23
REPORTE DE RESULTADOS DE LABORATORIO N. R0916-17					
PARCIAL		FINAL		X	
DATOS DEL CLIENTE			LABORATORIO DE ANÁLISIS		
NOMBRE DE EMPRESA	LILIANA ORTIZ R / YOHANA GIRALDO		NOMBRE LABORATORIO	AGUALIMSU SAS	
CONTACTO	LILIANA ORTIZ R / YOHANA GIRALDO		CONTACTO	VIVIANA CASTILLO	
DIRECCION	CALLE 13 # 7 A - 41		DIRECCION	CALLE 13 # 6 -10	
TELEFONO	3144803283 - 3103040684		E-MAIL	agualimsultda@yahoo.es	
CIUDAD	NEIVA - HUILA		CIUDAD	NEIVA - HUILA	
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA					
RADICADO DE LA MUESTRA:	C2182		PRODUCTO/MATRIZ:	AGUA SUPERFICIAL	
MUESTRA TOMADA POR:	FREDDY ANDRÉZ CHÁVEZ		SITIO DE TOMA:	VEREDA SAN ISIDRO - CAMPOALEGRE	
PLAN DE MUESTREO:	0179-17-1		PUNTO DE TOMA:	TOMO 1 - DIOGENES (ACUEDUCTO SAN ISIDRO)	
PROCEDIMIENTO N.:	N.E		CANTIDAD DE MUESTRA:	1,75 L	
TIPO DE MUESTREO:	PUNTUAL		LOTE:	N.A	
FECHA DE TOMA:	2017-08-09		VENCIMIENTO DE LA MUESTRA:	N.A	
FECHA DE RECEPCION:	2017-08-09		FECHA DE EMISION DE REPORTE:	2017-08-23	
VALORES ACEPTABLES SEGÚN EL DECRETO 1076 DE 2015, Art 2.2.3.3.9.4					
PARAMETROS	MÉTODO DE ANALISIS	RESULTADO	UNIDADES	VALORES ACEPTABLES SEGÚN EL DECRETO 1076 DE 2015, Art 2.2.3.3.9.4	FECHA DE ANÁLISIS
FISICOQUÍMICOS (MUESTRA N° C2182)					
% SAT de Oxígeno Disuelto	SM 4500 OG	81,80	%	N.A	2017-08-09
Alcalinidad Total	SM 2320 B	85,87	mg CaCO ₃ / L	N.A	2017-08-14
Conductividad	SM 2510 B	163,40	µ S / cm	N.A	2017-08-09
DBO ₅	SM 5210 B	0,72	mg / L	N.A	2017-08-10
Dureza Total	SM 2340 C	63,50	mg CaCO ₃ / L	N.A	2017-08-14
Fosfatos	SM 4500 P C	0,50	mg PO ₄ / L	N.A	2017-08-11
Fósforo Total (P)*	SM 4500 P E	0,20	mg P / L	N.A	2017-08-11
Nitratos	SM 4500 NO3 B	1,00	mg NO ₃ / L	10	2017-08-11
pH	SM 4500 H+B	7,72	Unidades de pH	6,5 - 8,5	2017-08-09
Solidos suspendidos totales	SM 2540 D	24,50	mg / L	N.A	2017-08-14
Solidos Totales	SM 2540 D	147,00	mg / L	N.A	2017-08-14
Temperatura Muestra	SM 2550	23,50	°C	N.A	2017-08-09
Turbidez	SM 2130 B	1,97	UNT	10	2017-08-11
Caudal	-	16,37	L/s	N.A	2017-08-09
MICROBIOLOGICOS (MUESTRA N° C2182)					
Coliformes Totales	SM 9221 B	220	NMP / 100 mL	1000	2017-08-10
Coliformes termotolerantes	SM 9221 E	140	NMP / 100 mL	N.A	2017-08-10
Rango de Temperatura ambiente durante los ensayos: 27,5 - 28,4 °C			Rango de Humedad Relativa durante los ensayos: 36 - 37 %		
Abreviaturas: N.A.= No aplica N.E.= No establecido (-) Reporte menor al limite de detección del método					
Observaciones:					
Del tomo 1 - Diogenes (Acueducto San Isidro), se abastecen los predios Buenavista, Los Aguacates, La Esperanza, Las nubes, Villa del Rosario y La Cumbre.					
Hora de toma: 09:58 a.m					
Los resultados corresponden a muestras tomadas por el Laboratorio.					
ANÁLISIS REVISADOS POR:					
					
CRISTIAN RENÉ SAMBONI - DIRECTOR TÉCNICO P.Q. 4727					
NOTA: Este documento y su contenido es propiedad intelectual de AGUALIMSU S.A.S. No divulgar, usar o reproducir sin autorización escrita de AGUALIMSU S.A.S. ESTE RESULTADO ES VALIDO ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LA (S) MUESTRA (S) ANALIZADA (S) FIN DEL REPORTE DE ENSAYO					

	AGUALIMSU S.A.S Nit. 813.001.240-5 Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos de Aguas, Alimentos y Suelos	REPORTE DE RESULTADO DE AGUAS		Página 1 de 1
				Vigente desde: 2017-05-02
		Codigo: FQMB-02F01	Version: 01	Fecha de impresión: 2017-08-25

REPORTE DE RESULTADOS DE LABORATORIO N. R0962-17

PARCIAL	FINAL	X	
DATOS DEL CLIENTE		LABORATORIO DE ANÁLISIS	
NOMBRE DE EMPRESA	LILIANA ORTIZ R / YOHANA GIRALDO	NOMBRE LABORATORIO	AGUALIMSU SAS
CONTACTO	LILIANA ORTIZ R / YOHANA GIRALDO	CONTACTO	VIVIANA CASTILLO
DIRECCION	CALLE 13 # 7 A - 41	DIRECCION	CALLE 13 # 6 -10
TELEFONO	3144803283 - 3103040684	E-MAIL	agualimsultda@yahoo.es
CIUDAD	NEIVA - HUILA	CIUDAD	NEIVA - HUILA

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA			
RADICADO DE LA MUESTRA:	C2391	PRODUCTO/MATRIZ:	AGUA SUPERFICIAL
MUESTRA TOMADA POR:	FREDDY ANDRÉZ CHÁVEZ	SITIO DE TOMA:	VEREDA SAN ISIDRO - CAMPOALEGRE
PLAN DE MUESTREO:	0179-17-1	PUNTO DE TOMA:	TOMO DEL PREDIO DE EIDER QUINTERO (RIEGO)
PROCEDIMIENTO N.:	N.E	CANTIDAD DE MUESTRA:	2,25 L
TIPO DE MUESTREO:	PUNTUAL	LOTE:	N.A
FECHA DE TOMA:	2017-08-16	VENCIMIENTO DE LA MUESTRA:	N.A
FECHA DE RECEPCION:	2017-08-16	FECHA DE EMISION DE REPORT	2017-08-25

PARAMETROS	MÉTODO DE ANALISIS	RESULTADO	UNIDADES	VALORES ACEPTABLES SEGÚN DECRETO 1076 DE 2015, Art. 2.2.3.3.9.5	FECHA DE ANÁLISIS
FISICOQUÍMICOS (MUESTRA N° C2391)					
% SAT de Oxígeno Disuelto	SM 4500 OG	73,90	%	N.A	2017-08-16
Alcalinidad Total	SM 2320 B	98,61	mg CaCO ₃ / L	N.A	2017-08-18
Conductividad	SM 2510 B	230,00	µ S / cm	N.A	2017-08-18
DBO ₅	SM 5210 B	2,60	mg / L	N.A	2017-08-17
Dureza Total	SM 2340 C	69,55	mg CaCO ₃ / L	N.A	2017-08-18
Fosfatos	SM 4500 P C	0,60	mg PO ₄ / L	N.A	2017-08-18
Fósforo Total (P)*	SM 4500 P E	0,20	mg P / L	N.A	2017-08-18
Nitratos	SM 4500 NO3 B	2,40	mg NO ₃ / L	N.A	2017-08-18
pH	SM 4500 H+B	8,20	Unidades de pH	4,5 - 9,0	2017-08-16
Solidos suspendidos totales	SM 2540 D	14,00	mg / L	N.A	2017-08-18
Solidos Totales	SM 2540 D	164,00	mg / L	N.A	2017-08-18
Temperatura Muestra	SM 2550	20,20	°C	N.A	2017-08-16
Turbidez	SM 2130 B	1,34	UNT	10	2017-08-18
Caudal	-	31,55	L/s	N.A	2017-08-16
MICROBIOLÓGICOS (MUESTRA N° C2391)					
Coliformes Totales	SM 9221 B	350	NMP / 100 mL	5000	2017-08-17
Coliformes termotolerantes	SM 9221 E	46	NMP / 100 mL	1000	2017-08-17

Rango de Temperatura ambiente durante los ensayos: 27,4 - 30,4 °C Rango de Humedad Relativa durante los ensayos: 40 %

Abreviaturas: N.A.= No aplica N.E.= No establecido (-) Reporte menor al límite de detección del método

Observaciones:

Del tomo del predio de Eider quintero, se abastece el predio El Silencio.

Hora de toma: 11:16 a.m

Los resultados corresponden a muestras tomadas por el Laboratorio.

ANÁLISIS REVISADOS POR:



CRISTIAN RENÉ SAMBONI - DIRECTOR TÉCNICO P.Q. 4727

NOTA: Este documento y su contenido es propiedad intelectual de AGUALIMSU S.A.S. No divulgar, usar o reproducir sin autorización escrita de AGUALIMSU S.A.S.
 ESTE RESULTADO ES VALIDO ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LA (S) MUESTRA (S) ANALIZADA (S)
 FIN DEL REPORTE DE ENSAYO

Anexo 3.

Registros de disponibilidad a pagar

<u>Predio</u>	<u>Mínima</u> <u>disponibilidad</u>	<u>Máxima</u> <u>disponibilidad</u>	<u>Frecuencia</u>
P 1	\$5.000	\$8.000	Mensual
P 2	\$5.000	\$8.000	Mensual
P 3	\$0	\$0	N/A
P 4	\$5.000	\$8.000	Mensual
P 5	\$5.000	\$8.000	Mensual
P 6	\$0	\$0	N/A
P 7	\$5.000	\$8.000	Mensual
P 8	\$8.000	\$11.000	Anual
P 9	\$5.000	\$8.000	Semestral
P 10	\$5.000	\$8.000	Anual
P 11	\$0	\$0	N/A
P 12	\$11.000	\$14.000	Mensual
P 13	\$5.000	\$8.000	Anual
P 14	\$8.000	\$11.000	Semestral
P 15	\$8.000	\$11.000	Anual
P 16	\$8.000	\$11.000	Mensual
P 17	\$5.000	\$8.000	Mensual
P 18	\$5.000	\$8.000	Mensual
P 19	\$5.000	\$8.000	Anual
P 20	\$8.000	\$11.000	Anual
P 21	\$0	\$0	N/A
P 22	\$5.000	\$8.000	Anual
Promedio	\$111.000	\$165.000	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4.

Registros de demanda hídrica

<u>Predio</u>	<u>Consumo Agrícola</u> (m ³ /mes)	<u>Consumo Pecuario</u> (m ³ /mes)	<u>Consumo Doméstico</u> (m ³ /mes)	<u>Total</u>
P 1	0.08	0.6	1.5	2.18
P 2	0.36	0.6	0.9	1.86
P 3	2.25	2.7	1.8	6.75
P 4	0.18	0.6	1.8	2.58
P 5	0.36	0.6	1.8	2.76
P 6	1.35	0.6	1.8	3.75
P 7	0.18	0.6	1.8	2.58
P 8	0.18	0	0.9	1.08
P 9	0.09	0	0.12	0.21
P 10	2.7	0	0.75	3.45
P 11	0.18	0	1.8	1.98
P 12	0.15	0.6	1.5	2.25
P 13	0.18	0	1.8	1.98
P 14	1.35	2.7	1.5	5.55
P 15	0.18	0.6	1.5	2.28
P 16	0.3	0.6	1.5	2.4
P 17	0.36	2.7	1.8	4.86
P 18	2.25	0	1.8	4.05
P 19	0.18	1.35	1.5	3.03
P 20	1.35	2.7	1.5	5.55
P 21	0.09	0	0.12	0.21
P 22	2.25	0	0.9	3.15
Total	16.55	17.55	30.39	64.49

Fuente: Elaboración propia

Anexo 5.

Tarifas de acueducto residencial, comercial e industrial EMAC SA ESP

<u>Acueducto</u>	<u>Valor m³</u>	<u>Subsidio</u>	<u>Contribución</u>	<u>Valor m³ con subsidio</u>	<u>Cargo fijo</u>	<u>Cargo fijo con subsidio</u>
Estrato 1	891,59	60%	0%	\$356,64	\$5.420	\$2.168

Estrato 2	891,59	40%	0%	\$534,95	\$5.420	\$3.252
Estrato 3	891,59	15%	0%	\$757,85	\$5.420	\$4.607
Estrato 4	891,59	0%	0%	\$891,59	\$5.420	\$5.420
Comercial pequeño	891,59	0%	50%	\$1.337,39	\$5.420	\$8.130
Comercial grande	891,59	0%	50%	\$1.337,39	\$5.420	\$8.130
Industrial pequeño	891,59	0%	30%	\$1.159,07	\$5.420	\$7.046
Industrial grande	891,59	0%	30%	\$1.159,07	\$5.420	\$7.046
Oficial pequeño	891,59	0%	0%	\$891,59	\$5.420	\$5.420
Oficial grande	891,59	0%	0%	\$891,59	\$5.420	\$5.420

Fuente: Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Campoalegre

Propuesta para sostenibilidad del servicio ecosistémico hídrico en sistemas productivos del grupo asociativo ASOENSAY

Proposal for sustainability of the water ecosystem service in productive systems of the associative group ASOENSAY

Johanna Giraldo Brito^{1*}

Fecha de recibo: Diciembre 2019

Fecha de revisión:

Fecha de aprobación:

Resumen

En las zonas rurales la oferta de agua proviene de los servicios ecosistémicos que permiten la distribución del recurso en actividades agrícolas, pecuarias y domésticas, las cuales generan alteraciones en su calidad y disponibilidad a largo plazo. Deterioro que algunos estudios fundamentan provienen principalmente de la cadena productiva del sector agrícola; este contexto conllevó a estructurar un modelo que coadyuve en la sostenibilidad del servicio ecosistémico hídrico. Para este proceso, se caracterizaron las fuentes abastecedoras de las fincas que conforman el grupo asociativo ASOENSAY en la vereda San Isidro a través de un muestreo físico-químico y microbiológico, aunado con una encuesta estructurada que permitió la recolección de información concerniente con usos del agua y prácticas que los productores consideraron viables a implementar según su dinámica socio-económica y productiva.

Los resultados establecieron en términos de índices de calidad que el agua es buena y, a nivel de contaminación las cualificaciones oscilaron entre baja y muy baja, lo que fundamentó que la disponibilidad del servicio ecosistémico hídrico y el beneficio que los productores obtienen al aprovechar características de calidad y cantidad para suplir actividades propias del entorno rural, corresponda con una propuesta de sostenibilidad hídrica que evidenció los usos del agua como una variable que condicionó la oferta del recurso; frente a esto, en el modelo establecido se determinaron un conjunto de medidas de manejo que permitieron equilibrar la relación oferta-demanda. Concluyendo que el agua a la cual se accede presenta características favorables que permiten dinamizar las actividades productivas, razón por la que los productores deben facilitar la implementación de prácticas preventivas, de mitigación y compensación que permitan garantizar la disponibilidad del servicio ecosistémico hídrico para generaciones futuras.

Palabras clave: disponibilidad hídrica; usos del agua; medidas de manejo

Abstract

In rural areas, the supply of water comes from ecosystem services that allow the distribution of this resource in agricultural, livestock and household activities. This generates alterations in the water's quality and long-term availability. Some studies suggest this deterioration comes mainly from the productive chain of the agricultural sector. This scenario led to the structuring of a model that contributed to the sustainability of the water ecosystem service. To do so, the sources supplying the farms of the associative group ASOENSAY in San Isidro village were characterized through a physical-chemical and microbiological sampling. Additionally, a structured survey was conducted, which allowed the collection of information concerning water uses and practices that producers considered viable to implement according to their socio-economic and productive dynamics.

The results established that the water is good in terms of quality indices, whereas the qualifications ranged from low to very low at the level of pollution. As a result, the availability of the water ecosystem service and the benefit

¹ Administradora Ambiental, Universidad Tecnológica de Pereira. E-mail: johis50@gmail.com.

that producers obtain by taking advantage of quality and quantity to supply activities of the rural environment should correspond to a water sustainability proposal that evidenced the uses of water as a variable that conditioned the supply of the resource. Therefore, a set of management measures were determined allowing the balance of the supply-demand relationship in the established model. It was concluded that the water accessed has favorable characteristics that make it possible to boost productive activities. This is why producers must facilitate the implementation of preventive, mitigation and compensation practices that guarantee the availability of the water ecosystem service for future generations.

Keywords: water availability; water uses; management measures

1. Introducción

Se le conoce al servicio ecosistémico hídrico como el beneficio que el ecosistema de la cuenca hidrográfica proporciona a los usuarios del agua en términos de suministro de agua dulce, flujo de agua en época seca, régimen de caudales para mantener los hábitats silvestres y recreación acuática (International center for tropical agriculture and Research program on water, land and ecosystems, 2015). Este servicio es aprovechado en el área rural y, específicamente en el sector agropecuario en actividades que son amplias y dinámicas como la producción cafetera, dado que estas zonas proveen condiciones favorables para que el sostenimiento de la demanda del sector primario de la economía sea apropiado según los crecientes escenarios demográficos. Este contexto, aunado con la disponibilidad de agua ha privilegiado el desarrollo de procesos productivos desde fases iniciales hasta la obtención del bien sea éste agrícola o pecuario.

La relación entre el servicio ecosistémico hídrico y los escenarios de utilización de este recurso, se manifiesta en el valor que representa la disponibilidad de agua para llevar a cabo prácticas agropecuarias que generan bienestar para las comunidades. Esta relación de uso enmarcada en las intervenciones que los grupos sociales realizan en el ecosistema para obtener elementos o servicios como es el caso de abastecimiento de agua, genera disturbios en este recurso que termina limitando la capacidad propia del ecosistema para regenerarse y garantizar las interacciones hombre-naturaleza que soportan la vida sobre la tierra. A nivel rural, se ha identificado que la afectación al servicio ecosistémico hídrico proviene de las actividades productivas del hombre como es la agricultura (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales-IDEAM-, et al., 2016).

El análisis del contexto agropecuario y el servicio ecosistémico hídrico es complejo e involucra interpretar la perspectiva del productor en términos del beneficio económico que obtiene por la producción, el uso de los servicios que brinda el ecosistema en especial el agua, la responsabilidad en la conservación de los ecosistemas y todo un conjunto de situaciones que confrontan a las comunidades rurales hacia la necesidad de satisfacer sus necesidades de alimento, vivienda, entre otras y la urgente importancia de tomar acciones en pro de controlar la evidente escasez de recursos como el agua, que pone en riesgo la dinámica productiva de la cual los mismos productores son dependientes.

La dinámica del servicio ecosistémico hídrico es un escenario que a nivel de la ruralidad puede no ser desconocido, ya que la disponibilidad de agua para el productor es una situación que constantemente se afronta ante el contexto real de sistemas agropecuarios que demandan de este recurso para su funcionalidad, en este sentido se ha identificado que en muchas partes del mundo, la intensificación de la agricultura ya ha resultado en pérdidas de biodiversidad que amenazan la prestación de los servicios de los ecosistemas (Landis, 2017). Dado que el interés del productor puede centrarse en escalar altos niveles de producción, las condiciones propias de las áreas rurales ponen límites al acelerado sistema agropecuario, en la medida que la producción primaria genera deterioro paulatino al servicio ecosistémico hídrico, esta degradación es el resultado de la intervención que el productor realiza sobre las fuentes de agua enmarcada en el aprovechamiento de características afines con cantidad y calidad del recurso utilizado en las actividades intrínsecas de los contextos rurales.

Los productores colombianos identifican la provisión de agua como el servicio ecosistémico más importante para el manejo de los cultivos (Andrade, et al., 2017). Debido al hecho que, los procesos productivos son necesarios para

mantener la dinámica del renglón primario de la economía nacional; pero el mantener la productividad agropecuaria implica el deterioro del agua por la demanda creciente en cantidad y calidad de los sistemas descritos.

Con base en lo indicado, es relevante priorizar la sostenibilidad del agua, ya que la oferta de este recurso es limitada por los efectos de las actividades socio-económicas sobre los elementos del ambiente en el tiempo. A nivel nacional se muestra a manera de diagnósticos no sólo la degradación paulatina de la cual es objeto el recurso hídrico, sino la necesidad de implementar acciones que contrarresten los efectos que ya son visibles en los mismos entornos habitados por las comunidades. Todo esto demuestra que en el marco del suministro de agua se erigen las actividades que estructuran la producción y por ende el contexto económico sobre el cual las poblaciones rurales dinamizan sus entornos; como colectividad del escenario rural el grupo asociativo ASOENSAY conformado por fincas que se localizan en la vereda San Isidro del Municipio de Campoalegre-Huila ha privilegiado su variable productiva y el medio ecosistémico con el que se interactúa, identificando prioritariamente la oferta hídrica para desarrollar las actividades productivas.

El Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible (2018) refiere que en el Huila los servicios ecosistémicos realizan un gran aporte hídrico que soporta los procesos productivos, permitiendo que los productores asuman la disponibilidad de agua como un escenario ilimitado dado que la naturaleza lo brinda sin restricción alguna. Esta perspectiva, ha provocado un uso sin control donde los frecuentes requerimientos de agua incrementan la probabilidad desfavorable asociada a la disminución de la cantidad y calidad del recurso, que además conlleva a efectos negativos en la interacción de los componentes bióticos y abióticos que hacen sostenible el servicio ecosistémico hídrico en el contexto rural.

De esta forma, desde el grupo asociativo se reconoce que las actividades agropecuarias ponen en riesgo el servicio ecosistémico hídrico y, por lo tanto es necesario tomar acciones que aporten al sostenimiento del recurso desde el rol que tienen los actores involucrados en el uso del agua, en este proceso es relevante tener en cuenta que las medidas de manejo además de estar encaminadas a garantizar la provisión del servicio, buscan lograr un uso racional del recurso (Martínez y Flores, 2015). En este sentido, el objetivo de este trabajo fue proponer un esquema a partir de un diagnóstico hídrico en el cual los productores prioricen las acciones que permitan mantener el servicio ecosistémico hídrico para la utilización en los procesos productivos de las fincas.

Acciones tipo preventivas, mitigación, corrección y/o compensación enfocadas en los componentes bióticos y/o abióticos que se afectan por el aprovechamiento que el ser humano realiza del ecosistema en pro de la satisfacción de necesidades básicas como es el consumo humano, son indispensables ya que la constante intervención del factor antrópico en los ecosistemas, ha hecho vulnerable la capacidad del mismo para mantener en el tiempo la disponibilidad de bienes y servicios que regulan las condiciones ambientales del entorno como el clima y, aprovisionan a la sociedad de recursos necesarios para la vida como el agua.

2. Materiales y métodos

La investigación se realizó en las 22 fincas que conforman el grupo asociativo ASOENSAY. La selección del área de estudio se realizó teniendo en cuenta que en estos sitios las actividades se enfocan en la producción agropecuaria seguido por la doméstica, lo cual referenció los requerimientos de agua para el mantenimiento de los sistemas productivos y el uso directo en acciones propias de los predios. En la tabla 1 se muestran los puntos de abastecimiento de agua en la vereda San Isidro con la respectiva finca.

Tabla 1. Distribución de abastecimiento de agua por finca

<u>Punto de</u> <u>Abastecimiento</u>	<u>Finca</u>
--	--------------

PM1	P13
PM2	P14-P16
PM3	P15
PM4	P13-P17
PM5	P1
PM6	P22
PM7	P5-P21
PM8	P14-P19-P20
PM9	P4-P7-P18
PM10	P3-P6
PM11	P2-P8-P9-P10-P11-P12
PM12	P22

La investigación llevó a cabo un diagnóstico hídrico y productivo, para el cual se aplicó un muestreo físico-químico y microbiológico de los puntos que abastecen las fincas y se utilizó un instrumento de recolección de información tipo encuesta que permitió estructurar los usos del servicio ecosistémico hídrico en el área de estudio. A partir de este proceso, se obtuvieron datos cuantitativos asociados a oferta del recurso y consumo, cualitativos como disponibilidad de fuentes hídricas, análisis de la comunidad y propuesta para conservación de agua; la información de la caracterización de agua se empleó para determinar índices de calidad y de contaminación. A raíz de este proceso se identificaron las variables involucradas en la oferta y demanda del servicio ecosistémico hídrico, teniendo en cuenta los escenarios que son comunes a la vereda como son sistemas productivos y prácticas domésticas, que se realizan gracias a la disponibilidad de agua bajo características de cantidad y calidad.

En la determinación de la propuesta de sostenibilidad de agua las acciones comunitarias e institucionales son las que permiten la conformación de escenarios que favorezcan la disponibilidad de agua en el tiempo, por lo tanto, se tuvo en cuenta que los grupos sociales intervienen en la ejecución de actividades en doble sentido: por un lado, puede producirse la inversión que las personas realizan en su comunidad para satisfacer necesidades individuales y, por otro lado, el trabajo conjunto de sus integrantes que resulta en beneficios colectivos para la propia comunidad (Ramos, et al., 2014).

Con base en lo indicado, la propuesta se abordó bajo una estructura de oferta y demanda hídrica, teniendo como referente que el tamaño de la propiedad, los puntos de abastecimiento y los sistemas productivos modelan la percepción de quienes usan el agua frente a las medidas de manejo que deben adoptarse para lograr un equilibrio entre oferta y demanda bajo un esquema de conservación del recurso hídrico.

Para la estructuración del modelo de sostenibilidad hídrica se tuvo en cuenta lo planteado por Larrain y Sachs (2002) quienes afirman que el consumo de un período en particular depende de las expectativas de ingreso por toda la vida y no del ingreso del periodo actual. Para el contexto del servicio ecosistémico hídrico la disponibilidad de agua que los productores utilizan en la actualidad, es el resultado de las prácticas de conservación que se han llevado a través de largos períodos de tiempo que conforman los denominados ciclos de vida. En este sentido, se referenció el modelo de ciclo de vida desarrollado por Franco Modigliani en 1988 que esboza la incidencia de las etapas de la vida en los comportamientos de las personas para mantener niveles de consumo, ya que en la regresión del modelo:

$$C=c_1Yd + k_1W$$

Las variables planteadas relacionan la incidencia que tiene una acción sobre otra, condicionada por las etapas que agrupa un ciclo de vida y que generaran consecuencias en el tiempo. Bajo esta premisa, en el modelo se tuvo en cuenta que el consumo o uso del agua es una práctica constante y creciente, que se requiere mantener para dinamizar en este caso de estudio los sistemas productivos. Con base en lo indicado, se identificaron el conjunto de variables que tienen relación con la oferta y demanda de agua, siendo fundamental establecer acciones de manejo que se

conviertan en el ahorro del sistema hídrico que en el largo plazo reflejarán el ingreso que se tiene, es decir la disponibilidad de uso del recurso para las generaciones futuras.

De esta manera, para diseñar la propuesta de sostenibilidad de agua se tuvo en cuenta la información asociada con disponibilidad hídrica y demanda del recurso, a partir de la cual se identificaron las acciones propuestas por la población objetivo como elementos fundamentales para garantizar posibilidades de uso del agua a generaciones futuras.

En este contexto, las prácticas determinadas por los productores a través del instrumento de recolección de información utilizado, fueron involucradas en la propuesta como medidas de manejo en términos de prevención, mitigación y compensación para equilibrar los escenarios de oferta y demanda.

3. Resultados y discusión

El diagnóstico mostró que los predios involucrados en el grupo asociativo ASOENSAY y su dinámica productiva son dependientes de la disponibilidad hídrica para llevar a cabo las prácticas tanto agropecuarias como domiciliarias. Ya que las 22 fincas que hacen parte del grupo evidenciaron la utilización del agua en un contexto de cantidad y calidad que convierte al servicio ecosistémico en la base que sostiene los procesos productivos dinamizados por los productores que integran la población objetivo.

En el área de estudio se registraron 12 fuentes hídricas tipo arroyo que abastecen las 22 fincas y, esta provisión incluye actividades domésticas del grupo familiar y requerimientos en los sistemas productivos. En la figura 1 los requerimientos de agua se mostraron en una escala descendente que correspondió al orden de los usos indicados, en el 86% de las fincas los mayores consumos de agua (90 l/d) fueron referentes al consumo agrícola y el pecuario en el 18% (P3-P14-P17-P20) tuvo un comportamiento igual a la variable mencionada.

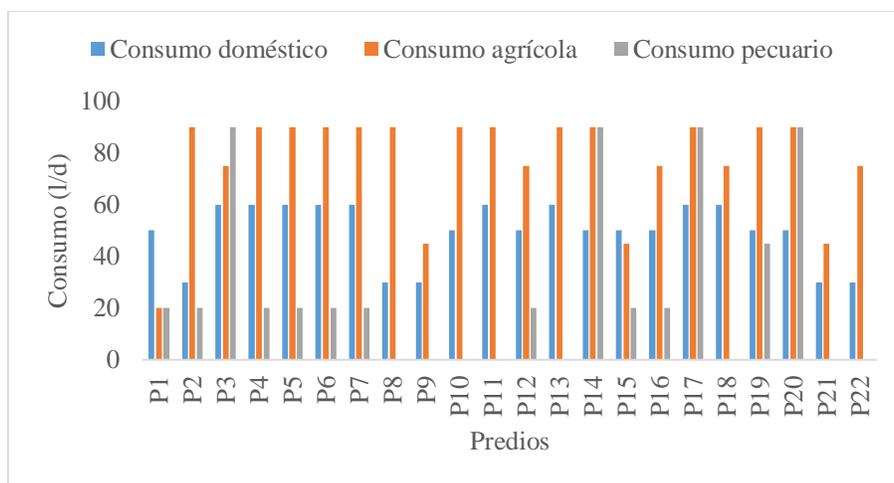


Figura 1. Registros demanda de agua

Frente a lo determinado en la figura, la Agencia para el Desarrollo Internacional –USAID- (2016) refiere que en las zonas rurales colombianas el agua suele ser empleada para diversos usos, entre los que se cuentan el consumo humano-doméstico, los usos agrícolas-pecuarios y, es el sector agrícola el principal usuario del agua dulce, donde aproximadamente el 70% de los suministros hídricos son demandados por este sector. De esta forma, el contexto real del área de estudio sitúa la producción agrícola como el uso que mayoritariamente impacta el servicio ecosistémico hídrico, evidenciándose tendencia creciente de los sistemas productivos que pone en riesgo la disponibilidad de agua en el largo plazo, lo que fundamenta la necesidad de prácticas de conservación hídrica.

En términos de la caracterización hídrica en los 12 puntos (PM) que abastecen las fincas, la figura 2 mostró que el 42% (PM1-PM3-PM5-PM6-PM12) son sitios que suplen un predio respectivamente y, que frente a los volúmenes de agua correspondiente con caudal se destacaron PM5-PM6 como puntos con oferta hídrica que estuvieron alrededor del promedio (748.944 l/d), mientras que PM1-PM3-PM12 presentaron resultados distantes del valor indicado y, específicamente en PM12 se encontró la disponibilidad de agua más alta.

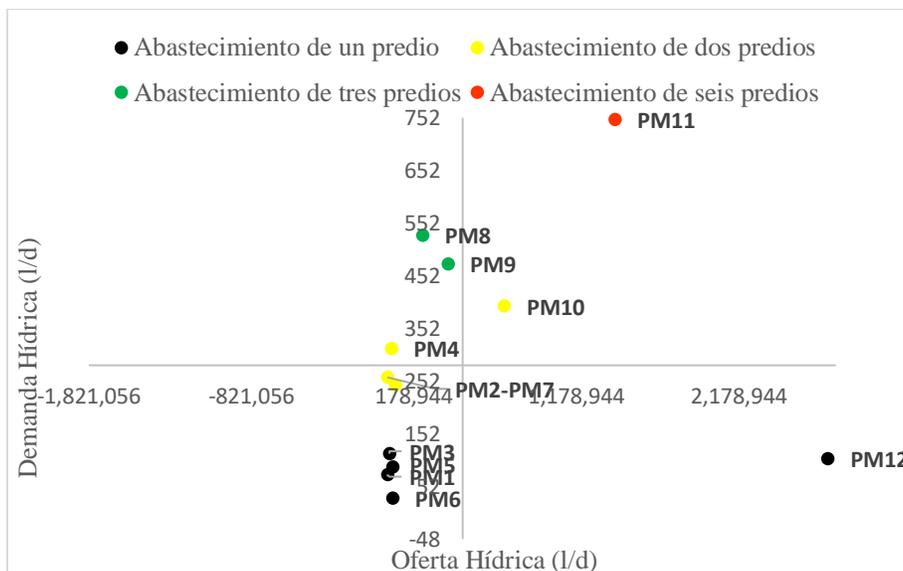


Figura 2. Oferta y demanda hídrica

En relación con la oferta y demanda hídrica del área de estudio, la Alcaldía de Campoalegre-Huila (2016) referencia que, en la zona rural del municipio de Campoalegre para el abastecimiento de agua se reconocen treinta fuentes hídricas, las cuales suministran el recurso a un número de viviendas que oscilan entre 12-260, para el caso de la vereda San Isidro se identifica la Quebrada San Isidro que abastece 160 viviendas. De esta forma, se evidencia que desde el contexto institucional se desconocen los puntos hídricos registrados y, que de acuerdo con la importancia que representa el acceso de agua y su distribución en los diferentes usos, es también relevante reconocer la conformación de estos sitios como parte de la red de abastecimiento de la vereda San Isidro.

La calidad de las fuentes hídricas abastecedoras de las fincas mostró que ningún punto presentó condición regular con base en el diagnóstico realizado, tal como se muestra en la figura 3, en 2 sitios la calidad del agua fue excelente y en los restantes se presentó en el rango del índice para condición bueno².

² Según los valores de WQI la condición de agua excelente se encuentra en el rango de 91-100 y agua buena en 71-90.

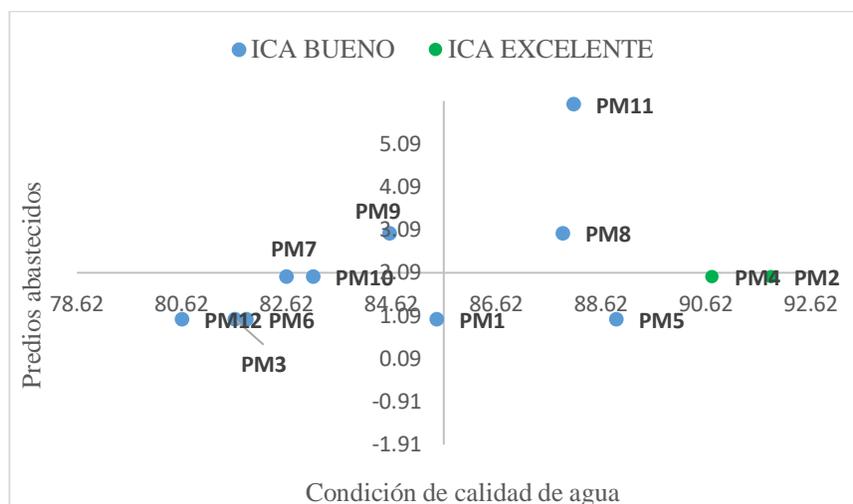


Figura 3. ICA en los puntos muestreados

El índice de calidad de agua (ICA) incorpora parámetros físicos, químicos y biológicos para evaluar el estado de un cuerpo de agua y determinar la vulnerabilidad de éste frente a amenazas potenciales (Caho y López, 2017). Siendo los resultados del índice favorables frente a las necesidades de uso, es importante para la sostenibilidad del recurso tener en cuenta un contexto de uso racional del agua, ya que en aquellos sitios donde el ICA resultó excelente este beneficio sólo es aprovechado por el 18.18% de las fincas y, que la condición de calidad de agua buena en los demás predios abastece usos que incluyen desde consumo humano hasta prácticas agropecuarias en el 81.2% del área de estudio.

La caracterización de cargas contaminantes se agrupó según lo referenciado por Rodríguez, et al., (2016) que el índice de contaminación por mineralización (ICOMI), índice de contaminación por materia orgánica (ICOMO), índice de contaminación por sólidos suspendidos (ICOSUS) e índice de contaminación trófico (ICOTRO) conforman un análisis de los compuestos principales que complementan la calidad del agua. De esta forma, se encontró que en ninguno de los sitios se encontraron valoraciones³ correspondientes con índices altos, evidenciando que los resultados oscilaron entre cualificaciones de muy bajo, bajo y medio, tal como se muestra en la figura 4.

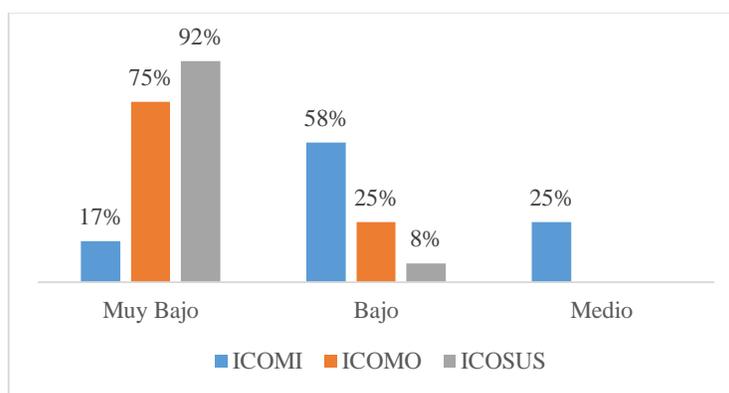


Figura 4. Resultados índices de contaminación

³ Según la escala de clasificación del nivel de contaminación utilizada por la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca-CVC- los valores de 0.6-0.8 corresponden para alta contaminación y 0.8-1.0 muy alta contaminación

Para el ICOTRO el 92% de los puntos se identificaron en categoría eutrófica evidenciando que el exceso de contenido de nutrientes presente en el agua, se asoció con el escenario intrínseco de la zona como es la dinámica agrícola por uso de abonos y, con la materia orgánica presente en los efluentes proveniente de las actividades domésticas, tal y como afirma Álvarez (2015) que en la categoría eutrófica hace referencia que en la cuenca el suministro de materia orgánica es fundamentalmente autóctono.

Con base en las condiciones identificadas de la oferta hídrica y, siendo fundamental para el área de estudio mantener la dinámica productiva se determinó que dada la demanda que existe por el recurso hídrico por parte de los productores para suplir sus necesidades afines con los usos domiciliarios, agrícolas y pecuarios de las zonas rurales fue necesario estructurar un procedimiento que estuviera orientado al análisis y en la relevancia que representa el tema de sostenibilidad del ecosistema hídrico.

Aguilar y Monforte (2018) esbozan que la sostenibilidad del agua se refiere a la dimensión temporal para posibilitar un acceso sostenido del recurso en el largo plazo, lo que pone de manifiesto que el uso actual que se haga del recurso hídrico va a afectar las posibilidades de demanda de otras familias en el futuro. Por tanto, el modelo que se planteó buscó optimizar el uso del servicio ecosistémico hídrico para la población actual y otras generaciones.

El modelo facilitó identificar que en el contexto de utilización de agua la relación entre oferta y demanda del recurso regulan su disponibilidad. En esta investigación, se demostró que el requerimiento de agua se focalizó en actividades productivas que son necesarias para mantener la dinámica socio-económica del área de estudio, permitiéndose de esta forma priorizar lo afirmado por Bellaubí (2016) el uso racional del agua en aspectos como el uso humano y el productivo manifiestan el camino hacia la sostenibilidad del recurso hídrico.

En la organización del modelo, se identificaron un conjunto de variables que facilitaron establecer la relación entre generación, mantenimiento del recurso hídrico y los usos que implican un consumo de agua. Con las variables se planteó la dinámica de un ecosistema auto-sostenible como principal fuente de abastecimiento de agua a los productores del grupo asociativo ASOENSAY y, se diseñó la siguiente expresión:

$$\sum_{t=0}^{\infty} \sum_{i=1}^n f(C_{it}, F_{it}, G_{it}) = \sum_{t=0}^{\infty} \sum_{j=1}^m g(C_{jt}, F_{jt}, G_{jt}, AA_{jt})$$

Donde,

T: Involucra las generaciones presentes y futuras que intervienen en el ecosistema hídrico

I: Corresponde a las intervenciones o prácticas que se realizan para que la disponibilidad del recurso sea efectiva

J: Corresponde a los actores que intervienen en los diferentes usos del ecosistema hídrico

C: Prácticas de Conservación

F: Disponibilidad de Fuentes Hídricas en la Zona

G: Gestión Administrativa

AA: Actividades Antrópicas

Con referencia en la estructura del modelo, se identificó que existe un desequilibrio dado que el número de parámetros que se encuentran al lado y lado de la ecuación es heterogéneo, evidenciando que el ecosistema siempre estará en desequilibrio, más aún cuando la competencia por los recursos hídricos es aguda debido a las crecientes demandas de agua por parte de los usos agrícolas y domésticos que requieren de volúmenes suficientes del recurso de buena calidad (Ortiz, et al., 2015), lo que pone de manifiesto que los usos tenderán a ser mayores a las prácticas de conservación.

Por tanto, lo que buscó el presente modelo es señalar cuáles son los elementos que pueden hacer que el equilibrio se logre y, garantizar que tanto las generaciones presentes como futuras puedan hacer uso del agua, para lo cual es

indispensable que, en términos de la ecuación, la variable i sea mayor que j :

$$i > j$$

Además de lo indicado, fue necesario tener en cuenta que la primera parte de la ecuación representó la generación de recurso hídrico y, que en este proceso la protección de las áreas naturales es una condición sine qua non, pues la cualidad y cantidad de las aguas producidas dependen del mantenimiento de la vegetación nativa (Centro de estudios avanzados en niñez y juventud, 2016). De este modo, para la producción de agua se identificaron cada una de las variables que se consideran influyen en la disponibilidad hídrica:

Ct = Prácticas de conservación

Ft = Disponibilidad de fuentes hídricas

Gt = Gestión Administrativa

La estructura de la oferta hídrica planteada permitiría que la calidad, cantidad y continuidad sean contextos funcionales de manera favorable para la dinámica de uso del agua por parte del grupo asociativo. Por esta razón, en la segunda parte de la ecuación se responde a los requerimientos de uso al incluirse la variable:

AA: Actividades Antrópicas

Esta variable, relacionó todos los procesos de aprovechamiento hídrico realizado por los productores en las diferentes prácticas afines con la dinámica rural, específicamente al tener en cuenta que la demanda del agua está influenciada por factores como consumo agrícola y la conducta de consumo de los habitantes (López, et al., 2016).

Con referencia en lo indicado se planteó la siguiente expresión:

$$AA_t = f(D_t, Ag_t, P_t)$$

De este modo, la actividad antrópica es función del uso domiciliario (D), agrícola (Ag) y pecuario (P), convirtiéndose estas prácticas en escenarios de demanda hídrica que son abastecidos en términos de volumen y cualificaciones físico-químicas y microbiológicas del agua.

Siendo relevante para los productores la disponibilidad de agua que facilite suplir los requerimientos en el área de estudio; la estructura de un ecosistema auto-sostenible se afecta dado que los procesos naturales que regulan caudal, autodepuración y otros procedimientos que se llevan a cabo como resultado de las interacciones entre los factores bióticos y abióticos son susceptibles de alteraciones, provocadas generalmente por prácticas afines con la producción agropecuaria y los asentamientos humanos.

Con base en lo referenciado, se ha identificado la importancia de implementar acciones que permitan mantener la oferta hídrica y abastecer la demanda, además que la utilización de agua en actividades como las mencionadas incide en un deterioro del recurso, lo que conllevó a la necesidad de establecer un conjunto de medidas que propendan por realizar un manejo tendiente a su sostenibilidad y; por ende se permita que la variable antrópica pueda coexistir generando los mínimos impactos negativos hacia los servicios ecosistémicos, específicamente el servicio de abastecimiento hídrico.

En este contexto, la siguiente expresión muestra el equilibrio que se logra al incluir las respectivas medidas de manejo:

$$\sum_{t=0}^{\infty} (P_{it} + M_{it} + C_{it}) = \sum_{t=0}^{\infty} (A_{jt})$$

Donde,
P: Prevención
M: Mitigación
C: Compensación

Las medidas de manejo, fueron necesarias dado que la dinámica de consumo es variable en cada uno de los predios según el contexto, lo que permitirá que el aprovechamiento de la oferta hídrica pueda realizarse teniendo en cuenta que la implementación de prácticas de prevención, mitigación y/o compensación reflejará condiciones óptimas en términos de cantidad, calidad y continuidad del agua para los predios involucrados en el área de estudio.

Las categorías de prevención, mitigación y compensación se distribuyeron heterogéneamente en cada una de las variables determinadas en la primera parte de la ecuación, debido a que éstas fundamentan la disponibilidad del servicio ecosistémico hídrico. Las prácticas definidas fueron establecidas como acciones complementarias que fortalecen cada variable en pro de la oferta de agua y de la perspectiva de los productores, de esta forma las medidas de manejo se estructuran en función de la generación del recurso:

$$C_t = f(S_i, J_i, SC_i)$$

$$F_t = f(E_i, N_i, V_i)$$

$$G_t = f(Ac_i, Pt_i, Cf_i)$$

A partir de lo indicado, las prácticas de conservación (C) están en función de siembra de árboles (S), jornadas de capacitación en manejo de agua (J) y sistemas de colecta de agua lluvia (SC), la disponibilidad de fuentes hídricas en la zona (F) de existencia de fuentes hídricas (E), número de fuentes hídricas (N) y veeduría en manejo del agua (V), la gestión administrativa (G) de acueducto comunitario (Ac), plan de trabajo del grupo asociativo (Pt) y comité de cafeteros (Cf).

Aunque las medidas de manejo son importantes desde cualquier dimensión que aporte a un manejo sostenible del recurso hídrico, es importante tener en cuenta que, la disponibilidad y calidad decreciente del agua aunado con los patrones de producción y consumo insostenibles e inequitativos hacen parte de las presiones interrelacionadas que encara la humanidad por los impactos que ha golpeado todas las dimensiones del agua (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 2019). Por esta razón, toda acción impactará en el largo plazo con efectos que no pueden preverse dado que la escala de intervención antrópica es un factor que regula la disponibilidad del recurso.

Sin embargo, para esta investigación desde un contexto local las prácticas descritas buscan que la actual relación de oferta y demanda en el marco del contexto productivo que caracterizó el área de estudio sea sostenible, respondiendo fundamentalmente a la necesidad de garantizar agua para suplir la demanda en términos productivos y domésticos.

4. Conclusiones

La oferta hídrica en la vereda San Isidro está dada por una red de afloramientos de agua que no se registran en el Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Campoalegre.

La demanda hídrica está representada por actividades domésticas, agrícolas y pecuarias que hacen uso de volúmenes de agua en proporciones variables, destacando que el proceso productivo agrícola fue el que obtuvo cuantitativamente los registros de mayores requerimientos del recurso.

El índice de calidad de agua-ICA- evaluado en todos los sitios muestreados evidenció que el recurso hídrico presento cualificación excelente en los puntos P2-P4 que abastecen el 18% de las fincas.

Los índices de contaminación presentaron cualificaciones que oscilaron entre bajo y muy bajo y el índice asociado con la presencia de fósforo en el agua mostró que, el 92% de los puntos de abastecimiento se encontró en categoría eutrófica indicando que el aporte excesivo de nutrientes en el agua proviene actividades como la agricultura.

El modelo de sostenibilidad del ecosistema hídrico involucro un conjunto de variables que describieron, la oferta como la dinámica para generación de agua y la demanda como las actividades antrópicas del área de estudio; generando una ecuación que demostró la necesidad de involucrar medidas de manejo como prácticas en pro de lograr un equilibrio entre la disponibilidad de agua y los constantes requerimientos de dicho recurso.

Las medidas de manejo participan en el modelo de sostenibilidad como acciones propias que debe llevar a cabo el productor, desde el contexto cotidiano de aprovechamiento del agua, siendo necesaria la transversalidad entre las prácticas agrícolas, pecuarias, domiciliarias y las actividades de conservación del recurso hídrico.

5. Referencias bibliográficas

- Agencia para el Desarrollo Internacional-USAID-. 2016. *Análisis sectorial del agua. Programa pilotos de innovación financiera*. Recuperado de: <https://www.asobancaria.com/wp-content/uploads/2016/10/diagnostico-sectorial-agua-pilotos-de-innovacion-financiera.pdf>
- Aguilar, I y Monforte, G. (2018). Servicios públicos del agua, valor público y sostenibilidad. El caso del área metropolitana de Monterrey. *Gestión y política pública*. 1, 149-179.
- Alcaldía de Campoalegre-Huila. (2016). *Plan Básico de Ordenamiento Territorial. Campoalegre-Huila*. Recuperado de: <http://www.campoalegre-huila.gov.co/Transparencia/Plan%20basico%20Ordenamiento/PBOT/04%20FORMULACION%20PBOT%20CAMPOALEGRE%202016.pdf>
- Álvarez, X. (2015). *Modelo conceptual de la eutrofización y proliferación de cianobacterias. Un caso de estudio en el embalse de A Baxe*. (tesis doctoral). Universidad de Vigo, España.
- Andrade, H., Segura, M y Sierra, E. (2017). Percepción local de los servicios ecosistémicos ofertados en fincas agropecuarias de la zona seca del Norte del Tolima, Colombia. *Luna Azul*, 45, 42-58.
- Bellaubí, F. 2016. Sostenibilidad, territorio y agua. *Acta nova*. 7(4), 510-518.
- Caho, C y López, E. (2017). Determinación del índice de calidad de agua para el sector occidental del humedal Torca-Guaymaral empleando las metodologías UWQI y CWQI. *Producción + Limpia*, 12(2), 35-49.
- Centro de estudios avanzados en niñez y juventud. 2016. La crisis del agua: Un problema tan grave como el del cambio climático. *Revista latinoamericana de ciencias sociales, niñez y juventud*. 14(1), 711-712.
- Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca –CVC-. (2017). *Evaluación regional del agua Valle del Cauca-2017*. Recuperado de: https://www.cvc.gov.co/sites/default/files/2018-10/EVALUACION_REGIONAL_AGUA_Ajustes2018_2.pdf
- IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales), INVEMAR (Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andreis), SINCHI (Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas), IIAP (Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico John Von Neumann) y IAvH (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt). (2016). *Informe del estado del*

medio ambiente y de los recursos naturales 2015. Documento síntesis. Recuperado de: <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023641/IEARN2015.pdf>

International center for tropical agriculture y Research program on water, land and ecosystems. (2015). *Estado de avance y cuellos de botella de los mecanismos de retribución por servicios ecosistémicos hidrológicos en Perú.* Recuperado de http://www.bosquesandinos.org/wp-content/uploads/2016/01/cuellos_botella_2015_digital.pdf

Landis, D. (2017). Designing agricultural landscapes for biodiversity-based ecosystem services. *Basic and applied ecology*, 18, 1-12.

Larraín, F y Sachs, J. (2002). *Macroeconomía en la economía global.* Buenos Aires, Argentina: Pearson Education S.A.

López, A., Martínez, L., Fera, J y Cruz, J. 2016. Planificación del recurso hídrico en la quebrada Aguas Blancas, zona rural de Montería, Córdoba. *Prospect.* 14(2), 71-80.

Martínez, P y Flores, P. (2015). *Diseño de sistemas y políticas públicas de pagos por servicios de los ecosistemas.* Recuperado de: <http://www.comunidadism.es/wp-content/uploads/downloads/2015/02/pago-por-servicios-ambientales.pdf>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2018). *Guía de aplicación de la valoración económica ambiental.* Recuperado de: http://www.minambiente.gov.co/images/NegociosVerdesysostenible/pdf/valoracion_economica_ambiental/Gu%C3%ADa_de_aplicaci%C3%B3n_de_la_VEA_Comprimida.pdf

Modigliani, F. (1988). Life Cycle, Individual Thrift, and the Wealth of Nations (Nobel Lecture). En *Macroeconomics and Finance: Essays in Honor of Franco Modigliani*, editado por R. Dornbusch, S. Fischer y J. Bossons. Cambridge, Mass., EE.UU.: MIT Press.

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura-UNESCO-.(2019). *Informe mundial de las naciones unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos 2019. No dejar a nadie atrás.* Recuperado de: <https://www.acnur.org/5c93e4c34.pdf>

Ortiz, R., González, J y Chávez, J. 2015. Modelo de asignación de agua considerando un caudal ambiental mínimo en la cuenca del Río Metztitlan en Hidalgo, México. *Agrociencia.* 49(7), 703-721.

Ramos, I., Holgado, D., Maya, I y Palacio, J. (2014). Evaluación de procesos comunitarios y análisis de redes interorganizativas: elementos para mejorar la efectividad de las intervenciones comunitarias. *Pensando Psicología.* 10(17), 135-148.

Rodríguez, J., Serna, J y Sánchez, J. (2016). Índices de calidad en cuerpos de agua superficiales en la planificación de los recursos hídricos. *LOGOS CIENCIA & TECNOLOGÍA*, 8(1), 159-167.