

Riesgos asociados al proceso de captación de agua cruda para los acueductos El Destino y Olarte en la Localidad de Usme

Myriam Andrea Chaparro Patiño

Aura Milena Cruz Díaz

Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD)

Escuela de Ciencias Agrícolas Pecuarias y del Medio Ambiente (ECAMPA)

Ingeniería Ambiental

Bogotá, Colombia

2022

Riesgos asociados al proceso de captación de agua cruda para los acueductos El Destino y Olarte en la Localidad de Usme

Myriam Andrea Chaparro Patiño

Aura Milena Cruz Díaz

Trabajo de Grado presentado como Requisito para Optar al Título de
Ingeniería Ambiental

Proyecto Aplicado

Directora: Diana Marcela Muñoz Nieto

Ingeniera Química

Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD)
Escuela de Ciencias Agrícolas Pecuarias y del Medio Ambiente (ECAMPA)

Ingeniería Ambiental

Bogotá, Colombia

2022

Dedicatorias

Myriam Andrea Chaparro Patiño

Dedico con todo mi cariño este trabajo en modalidad de proyecto aplicado a mi madre Luz Myrian Patiño Avella a mi padre Luis Enrique Chaparro Fonseca y a mi hermana Darlyn Chaparro Patiño, porque gracias a su apoyo y dedicación hoy culmino esta etapa de mi vida.

Aura Milena Cruz Díaz

Muchas veces las palabras o las letras no alcanzan a expresar las emociones que nuestro ser siente en algunos momentos de la vida, aun así quiero escribirlo. Gracias, gracias a Dios por permitirme continuar en este proceso y permitirme culminar una etapa de mi vida, a mi esposo que siempre me ha apoyado y cada día me incentiva para que nunca pierda las esperanzas y siempre culmine las metas que me proponga, demostrándome su amor incondicional, a mi familia que con su amor siempre me cuidan y saben que cada día quiero ser mejor persona para Dios y para ellos.

Agradecimientos

Myriam Andrea Chaparro Patiño

Le agradezco a Dios por permitirme llegar hasta aquí, a la Universidad Nacional Abierta y a Distancia por haberme brindado todas las herramientas para cumplir mi sueño de ser profesional, a la Docente Diana Marcela Muñoz Nieto por habernos orientado durante este proceso formativo, al Docente Pablo Alberto Quintero Cortés por habernos permitido participar de este proyecto, a mi compañera Aura Cruz y demás compañeros por su entusiasmo y disposición.

Aura Milena Cruz Díaz

Agradezco a Dios por permitirme llegar a esta meta que me había trazado hace varios años, a nuestra directora de grado la Ingeniera Diana Marcela Muñoz Nieto por habernos brindado la oportunidad de participar en este proyecto, por ayudarnos y colaborarnos hasta este momento, a mi compañera Andrea Chaparro por su ayuda constante, la comprensión y el apoyo brindado en toda esta etapa y a los demás compañeros que con su participación contribuyeron a este momento.

Resumen

El presente trabajo investigativo tiene como finalidad mostrar cuales son los riesgos asociados al proceso de captación de agua cruda para los acueductos El Destino y Olarte en la Localidad de Usme, para esto las estudiantes llevaron a cabo procesos de muestreos en las bocatomas abastecedoras de los acueductos y de esta manera fuera posible realizar análisis fisicoquímicos y microbiológicos, los cuales permitieron la identificación de las principales problemáticas que causan afectación durante el proceso de potabilización, también se realizaron actividades de reconocimiento con la comunidad para determinar cuál es la condición del agua cruda una vez termina el proceso de potabilización, durante las visitas que fueron realizadas en las veredas fue posible evidenciar que existen razones antrópicas que afectan las características ecosistémicas del agua, las más comunes son, los cultivos de truchas, la ganadería y la agricultura; además de esto se evidencio que hay situaciones geográficas distintivas de la zona, y es que al ser un área montañosa es común que en épocas lluviosas hayan derrumbes y estos propicien la contaminación del agua.

Palabras claves: Bocatoma, El Destino, Localidad de Usme, Olarte, Potabilización.

Abstract

The purpose of this research work is to show what are the risks associated with the process of collecting raw water for the El Destino and Olarte aqueducts in the town of Usme, for this the students carried out sampling processes in the supply intakes of the aqueducts and in this way it was possible to carry out physicochemical and microbiological analyses, which allowed the identification of the main problems that cause affectation during the purification process, recognition activities were also carried out with the community to determine the condition of the raw water once the purification process ends, during the visits that were made in the villages it was possible to show that there are anthropic reasons that affect the ecosystem characteristics of the water, the most common are trout crops, livestock and agriculture; In addition to this, it was evidenced that there are distinctive geographical situations in the area, and since it is a mountainous area, it is common for there to be landslides in rainy seasons and these lead to water contamination.

Keywords: Intake, El Destino, Town of Usme, Olarte, Purification.

Tabla de contenido

Listas de Tablas.....	9
Lista de Figuras.....	10
Listas de Anexos.....	12
Introducción	13
Objetivos	17
Objetivo General	17
Objetivos Específicos	17
Descripción del Proceso de Captación de Agua para Consumo Humano e Identificación de Riesgos Asociados.....	18
Proceso de Captación de Agua para Consumo Humano.....	18
Tratamientos para la Eliminación de Sólidos	23
Área de Cribado.	24
Sistemas de Separación por Gravedad.	24
Unidades Centrifugas de Separación.	24
Desarenadores.	24
Clarificadores.	24
Coagulación.	25
Floculación.....	25
Flotación.	25
Separación por Gravedad.....	25
Evacuación de Lodos.	25
Evacuación de la Capa Superficial de Impurezas.	25
Sistemas de Distribución de Agua Cruda.	25
Pérdidas de Agua en la Aducción.	26
Pérdidas de Agua por la Sobrepresión	27
Pérdidas de Agua por Desgaste de Tuberías.....	27
Pérdidas de Agua por Averías.....	27
Condiciones de Calidad Físicoquímica y Microbiológica de las Fuentes de Abastecimiento.	27
Análisis de los Peligros y Riesgos Asociados a la Captación de Agua para Consumo Humano.....	29
Peligros y Riesgos que se pueden Identificar en el Proceso de Captación de Agua para Consumo Humano.....	31

Referentes Normativos para el Seguimiento a la Calidad del Recurso Hídrico para Consumo Humano	37
Ley 1523 de 2012.....	37
Decreto 1594 de 1984.....	37
Decreto 1575 de 2007.....	37
Decreto 1076 de 2015.....	38
Resolución 2115 de 2007.....	38
Resolución 4716 de 2010.....	38
Resolución No. 631 de 2015.....	39
Resolución 0330 de 2017.....	39
Resolución No. 622 de 2020.....	39
Caso de Estudio Acueductos el Destino y Olarte	41
<i>Área de Estudio</i>	41
Tipo de Vegetación en la Localidad de Usme.....	42
Tipos de Suelos en la Localidad de Usme.....	44
Diagnóstico del Estado de la Fuente de Suministro y Sistema de Captación.....	46
Entrevistas a Pobladores de las veredas El Destino y Olarte.....	47
Descripción de los Sistemas de Captación de Acueductos.....	71
Problemáticas Ambientales Identificadas en los Puntos de Captación.....	75
Vertimiento de la Truchera.....	75
Actividades de Pastoreo.....	75
Actividades Agrícolas.....	76
Riesgos ambientales.....	77
Usos potenciales de la fuente de abastecimiento.....	78
Análisis de los riesgos potenciales en el área de estudio.....	79
Plan de Acción para la Reducción de Riesgos Identificados en las Áreas de Estudio	81
<i>Socialización al personal operativo del acueducto</i>	83
Conclusiones	85
Recomendaciones	86
Referencias.....	87
Anexos	98

Listas de Tablas

Tabla 1. Tipo de captaciones para sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano .	21
Tabla 2. Valores típicos para los parámetros básicos en agua cruda	28
Tabla 3. Matriz de riesgos	30
Tabla 4. Clasificación de peligros.....	35
Tabla 5. Estaciones de monitoreo acueducto asoaguas claras olarte	50
Tabla 6. Precipitación estación la esperanza 2021 y 2022	51
Tabla 7. Peligros y eventos peligrosos que suponen una amenaza para la calidad y disponibilidad de agua cruda para los acueductos el destino y olarte en la localidad de usme.....	79
Tabla 8. Plan con acciones preventivas y correctivas para reducir eventos que puedan comprometer la calidad del suministro.....	81

Lista de Figuras

Figura 1. Proceso de captación de agua superficial	18
Figura 2. Proceso de captación de agua subterránea.....	18
Figura 3. Evaluación de riesgos	36
Figura 4. Localización de las veredas el destino y olarte	41
Figura 5 Zonas montañosas características de la localidad de usme	46
Figura 6. Visitas y seguimientos en compañía de los fontaneros	47
Figura 7. Realización de entrevistas a la comunidad.....	49
Figura 8. Datos de precipitación correspondientes a la localidad de usme	52
Figura 9. Quebrada Piedras Gordas	53
Figura 10. Puntos de tomas de muestreos.....	54
Figura 11. Resultados de ph (Olarte)	55
Figura 12. Resultados de color Olarte.....	56
Figura 13. Resultados de conductividad (Olarte)	57
Figura 14. Resultados de turbiedad (Olarte).....	58
Figura 15. Resultados sst (Olarte).....	58
Figura 16. Resultados de sdt (Olarte)	59
Figura 17. Resultados alcalinidad (Olarte)	60
Figura 18. Resultados de acidez (Olarte).....	61
Figura 19. Resultados de dureza (Olarte)	61
Figura 20. Cloro residual libre (Olarte)	62
Figura 21. Resultados de ph in-situ (Olarte).....	63
Figura 22. Resultados de color upc (Olarte)	64
Figura 23. Resultados de temperatura (Olarte).....	64
Figura 24. Resultados de conductividad (Olarte)	65
Figura 25. Resultados de cloruros.....	66
Figura 26. Resultados de fosfatos (Olarte)	66
Figura 27. Resultados de ph (El Destino)	67
Figura 28. Resultados de conductividad (El Destino)	67
Figura 29. Resultados de turbiedad (El Destino).....	68
Figura 30. Resultados de sst (El Destino).....	69
Figura 31. Resultados de sdt (El Destino)	69
Figura 32. Resultados de dureza (El Destino)	70
Figura 33. Sistema de captación toma en dique.....	71
Figura 34. Estructura de captación Quebrada Piedras Gordas	71
Figura 35. Área de estudio de la investigación	72
Figura 36. Mediciones realizadas en el punto de captación.....	73
Figura 37. Reja dique - toma.....	73
Figura 38. Tubería matriz de alimentación - El Destino.....	74
Figura 39. Tanques desarenadores	74
Figura 40. Represas para cultivos de truchas.....	75
Figura 41. Áreas de pastoreo en la vereda El Destino	76

Figura 42. Área de cultivos vereda Olarte	76
Figura 43. Cultivos expandidos sobre la ronda hídrica de la Quebrada Piedras Gordas	77
figura 44. Deslizamiento de tierra aguas arriba bocatoma El Destino	78
Figura 45. Exposición de los resultados obtenidos durante la ejecución del proyecto	84
Figura 46. Medición de ph con conductímetro hanna.....	99
Figura 47. Medición de ph con conductímetro milwauke	99
Figura 48. Medición de papel filtro vacío.....	100
Figura 49. Filtración de muestras de agua	100
Figura 50. Horno de convección.....	101
Figura 51. Peso de papel filtro vacío	101
Figura 52. Peso del erlenmeyer vacío.....	102
Figura 53. Proceso de sequedad	102
Figura 54. Proceso de desecación.....	103
Figura 55. Determinación de peso del erlenmeyer	103
Figura 56. Medición de conductividad	104
Figura 57. Determinación de turbiedad del recurso hídrico	105
Figura 58. Medición de turbiedad	106
Figura 59. Celdas de vidrio o de plástico	106
Figura 60. Muestras de agua con indicador de fenolftaleína	107
Figura 61. Montaje para la titulación.....	107
Figura 62. Soluciones con fenolftaleína.....	108
Figura 63. Solución con indicador naranja de metilo.....	108
Figura 64. Determinación de alcalinidad	109

Listas de Anexos

Anexo A. Imágenes de las Salidas de Campo Realizadas por las Estudiantes	98
Anexo B. Descripción de los Análisis Físicoquímicos	99
Anexo C. Formato de Entrevista Realizada a la Comunidad.....	110
Anexo D. Tabulación de Encuestas de las Veredas el Destino y Olarte.....	113

Introducción

En la actualidad existe una problemática relacionada a la escasez del agua potable, debido a las afectaciones que se presentan al momento de llevar a cabo el abastecimiento del recurso hídrico, en donde el campesinado es el principal actor afectado, a causa de las actividades antropogénicas que se realizan cerca de las zonas de abastecimiento las comunidades no pueden contar con agua de buena calidad.

En nuestro país el acceso al agua potable es inestable, debido a que en estudios realizados ha sido posible establecer que cerca de 9.000.000 de personas no cuentan con este recurso hídrico. Debido a los malos servicios brindados por los acueductos es posible evidenciar vulnerabilidad en algunos de los sectores de Colombia (Lozano y Lozano, 2015).

De acuerdo con Lozano y Lozano (2015) la potabilización del agua permite la eliminación de residuos no deseados que pueden ocasionar molestias a los consumidores, de esta manera existe un cumplimiento de las características fisicoquímicas y microbiológicas establecidas por la normatividad.

El adquirir agua potable es un lujo que solo pocos pueden tener, ya que la *“Dirección General de la Organización Mundial de la Salud (OMS) afirmó que cerca de 4500 niños menores de 5 años han muerto por falta de agua potable y saneamiento”* (Lozano y Lozano, 2015).

A pesar de que a primera vista la Tierra parece que cuenta con suficiente agua tan solo el 2.5% es agua dulce y solo el 0.1% es para el consumo de los humanos ya que la demás se encuentra en lugares inasequibles, además de esto el problema se vuelve aún más grave dado que la poca agua que hay es contaminada la mayoría de las veces por acciones antrópicas ya sean

pecuarias o industriales y en otras ocasiones por la misma naturaleza que ocasiona diversos residuos (como hojas y tierra) en los cuerpos de agua. (Manson, 2004, p. 4)

A causa de las malas condiciones del agua miles de personas y niños adquieren diversas enfermedades las cuales se transmiten a través del agua, siendo los niños los que presentan una mayor vulnerabilidad al momento de adquirir enfermedades por agua mal tratada, esta problemática será aún mayor debido al aumento considerable de la población mundial, ocasionando que exista una mayor escasez de este recurso hídrico. (Manson, 2004)

En la localidad de Usme existe una zona rural en donde son llevados a cabo los tratamientos de agua, mediante acueductos comunitarios en las 12 Veredas existentes, los acueductos El Destino trata las aguas de la vereda El Destino y el acueducto Asoaguas Claras Olarte trata el agua correspondiente a la Vereda Olarte, de esta manera se realiza el abastecimiento de agua para el consumo humano, sin embargo a pesar de existir acueductos comunitarios que se encarguen de brindar agua potabilizada para las personas el IRCA (Índice de riesgo para la Calidad del Agua Potable) indica que el 100% de los acueductos ubicados en la localidad rural de Usme no realiza un tratamiento adecuado, provocando que no exista un abastecimiento satisfactorio para la comunidad debido a que el agua suministrada no es apta para el consumo humano. (Hernández, 2012, p.23)

En Colombia el abastecimiento de agua en las zonas rurales ha presentado una situación crítica durante los últimos años ya que los sistemas de tratamiento frecuentemente no son convencionales, debido a que tan solo el 44.2% cubre solamente el acueducto y el 25.4% el alcantarillado, la zona rural tiene una gran amplitud en todo el país puesto que abarca un tercio de la población, esta problemática también se debe a que es común observar que los territorios rurales se dividen en pequeñas porciones haciendo que los entes gubernamentales encargados de

estos temas no puedan abarcar a todas las comunidades con el fin de darle una solución pronta y efectiva. (Bastidas y García, s.f.)

Gracias a la aplicación de los ODS (Objetivos de Desarrollo Sostenible) ha sido posible mejorar las condiciones del agua potable, aún así ha sido posible identificar que las medidas acobijadas por estos objetivos favorecen más a las zonas urbanas de nuestro país ya que el 79% de los acueductos pertenecientes a las zonas rurales no realizan un abastecimiento adecuado que satisfagan las necesidades de las personas, además de esto las cifras de cobertura tampoco han demostrado veracidad en su cumplimiento . En las zonas urbanas existe un mayor porcentaje de cobertura tanto en aspectos relacionados a acueductos (97.8%), alcantarillados (92.4%) y aseo (98.6%); mientras que en comparación en las zonas rurales es posible evidenciar los siguientes porcentajes de cobertura acueducto (73.9%), alcantarillado (73.8%) y aseo (44.8%), estos porcentajes evidencian la falta de atención y descuido hacia las personas que se encuentran viviendo dentro de las zonas rurales. (Sánchez y Quiroga, 2020)

El presente trabajo investigativo contiene el análisis de las causas por las cuáles existen riesgos asociados al proceso de captación de agua cruda para los acueductos el Destino y Olarte en la localidad de Usme, mediante la recolección de muestras en los cuerpos de agua superficiales, ya que estas permiten la identificación de aspectos físicos, químicos y microbiológicos, que no pueden ser observados a simple vista y que ocasionan problemáticas en la comunidad.

El consumo de agua potable ha sido una situación que ha generado diversas problemáticas principalmente en las zonas rurales, ya que es allí donde no es posible acceder a este recurso; puesto que aunque en algunos casos cuentan con plantas de tratamiento estas no tienen la tecnología necesaria para brindar un servicio satisfactorio a los ciudadanos.

La falta de agua potable puede ocasionar comorbilidades en las personas debido a las enfermedades ocasionadas; los niños suelen ser los principales afectados ante esta problemática ya que además de existir comorbilidad también existen altos índices de mortalidad debido a la falta de saneamiento del agua. La enfermedad más común que es adquirida por la escasez del agua potable es la diarrea lo cual conlleva a la desnutrición, debido a que este recurso hídrico es fundamental para la vida.

El presente proyecto es realizado con el fin de identificar los riesgos asociados al proceso de captación de agua cruda, de manera que se realizarán prácticas *In – situ* y *Ex – situ*; para establecer cuáles son las condiciones microbiológicas y fisicoquímicas que se encuentran presentes en el agua e identificar cuáles serían los posibles problemas por los que los ciudadanos no pueden acceder al servicio de agua potable y saneamiento de una manera satisfactoria. La realización de este proyecto busca identificar los riesgos asociados a la captación del agua, con el fin de llevar a cabo la formulación de un plan con acciones correctivas y preventivas, las cuales permitan evidenciar una reducción de riesgos y sea posible suministrar agua de calidad para la comunidad. Los beneficios que se desean obtener al realizar esta investigación se encuentran relacionados a la mejora del tratamiento del agua potable, ya que se espera que los fontaneros encargados de los acueductos cuenten con nuevos conocimientos los cuales podrán ser aplicados y ejecutados, de esta manera la comunidad podrá contar con agua potable de buena calidad.

¿Cuáles son los Riesgos Asociados al Proceso de Captación de Agua Cruda para los Acueductos El Destino y Olarte en la Localidad de Usme?

Objetivos

Objetivo General:

Identificar los riesgos asociados al proceso de captación de agua cruda para los acueductos El Destino y Olarte en la Localidad de Usme.

Objetivos Específicos:

Caracterizar la fuente de abastecimiento en términos de sus usos actuales y potenciales.

Determinar y categorizar los peligros y eventos peligrosos que suponen una amenaza para la calidad y disponibilidad de agua cruda para los acueductos El Destino y Olarte.

Formular un plan con acciones preventivas y correctivas para reducir eventos que puedan comprometer la calidad del suministro.

Descripción del Proceso de Captación de Agua para Consumo Humano e Identificación de Riesgos Asociados

Proceso de Captación de Agua para Consumo Humano

El proceso de potabilización del agua comprende una serie de operaciones que garantizan la disponibilidad del recurso hídrico para satisfacer las necesidades de los seres humanos en los centros poblados, bien sean urbanos o rurales. El proceso de potabilización inicia desde el diseño e instalación de una serie de estructuras que interceptan el agua desde una fuente de agua superficial o subterránea (*ver figura 1 y figura 2*), para su posterior distribución por un sistema de tuberías que puede funcionar por gravedad o bombeo.

Figura 1.

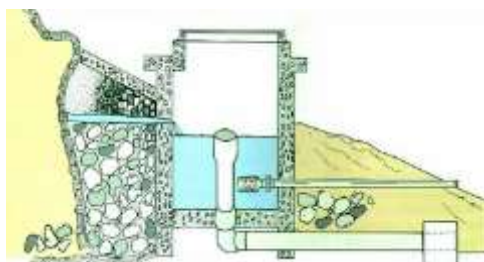
Proceso de captación de agua superficial



Nota: Ilustración proceso de captación de una fuente de agua superficial. Tomada de Stauffer y Spuhler, 2020

Figura 2.

Proceso de captación de agua subterránea



Nota: Ilustración proceso de captación de una fuente de agua subterránea. Tomada de Bruni y Spuhler, 2020

En Colombia el proceso de potabilización y distribución de agua para consumo humano se encuentra regulado por diferentes referentes normativos, como son principalmente la Resolución 0330 de 2017 (Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico), el Decreto 1575 de 2007 por el cual se establece el Sistema para la protección y control de la calidad del agua para consumo humano y la Resolución 2115 de 2007 por medio de la cual se señalan las características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano.

En el Reglamento Técnico se especifican los lineamientos y recomendaciones para el diseño y construcción de cada una de las etapas que hacen parte del tratamiento y distribución de agua para consumo humano. Para el proceso de captación la Resolución 0330, precisa en el Artículo 53 que los diseños u obras para la recolección de agua serán los siguientes:

Los diseños deben contemplar de manera integral el conocimiento de la hidrología, de la geomorfología y de la hidráulica de la fuente de captación y se debe evitar la modificación o alteración a los cursos de agua.

Las captaciones deben ubicarse en tramos rectos del cauce; de no ser posible, debe localizarse en la orilla externa de una curva, en una zona no susceptible de erosionarse.

El diseño tendrá que garantizar la altura de muros de protección y la estabilidad de las obras ante eventos de crecientes con periodo de retorno de 100 años; de igual forma, se debe efectuar un estudio de riesgo de la estructura que contenga como mínimo los análisis de estabilidad al deslizamiento, al volcamiento, a la protección por socavación y a la subpresión.

Las obras de captación que estén localizadas en ríos navegables no se deberán planificar en sitios donde puedan interferir el movimiento de las embarcaciones.

Las obras de captación deben localizarse en zonas con accesos fáciles que permitan las operaciones de reparación, limpieza y mantenimiento.

En los casos de captaciones que requieran equipos de bombeo, se debe garantizar la disponibilidad de energía eléctrica ya sea por el sistema interconectado o por otras alternativas de generación.

La zona de la bocatoma debe disponer de los medios de protección y cercado para evitar la entrada de personas no autorizadas y/o animales.

Deben diseñarse los dispositivos de rejillas y cribado necesarios para evitar el ingreso de objetos gruesos, así como pantallas para limitar el ingreso de material flotante.

Toda captación deberá contar con los elementos de control necesarios para devolver los excesos de aguas captados al cauce de la fuente, y evitar de esta forma el ingreso de caudales mayores al de diseño al sistema de aducción.

Los diseños de captaciones que prevean la implementación de diques estabilizadores de nivel con vertederos deberán contemplar la estabilización del flujo aguas abajo mediante mecanismos de disipación de energía.

En cuanto al tipo de obras que se utilizan para la captación de agua superficial, el reglamento técnico y la literatura realiza una descripción y sugiere su implementación según las condiciones de la fuente y necesidad de abastecimiento como se presenta en el resumen de la tabla 1.

Tabla 1

Tipo de captaciones para sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano

Tipo de Captación	Descripción	Parámetros de Diseño
Toma lateral	Es empleada para ríos caudalosos, con variaciones mínimas a lo largo del periodo hidrológico. La estructura se debe ubicar a una altura conveniente del fondo a la orilla del río. (Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio, 2017)	La estructura se localizara en la orilla y profundidad del río ya que esto permitirá la captación del agua. (Guacaneme, s.f)
Toma sumergida	Se implementa en cursos navegables con márgenes muy extendidas. (Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio, 2017)	Debe ser implementado en caso de que la corriente del agua tenga márgenes extensas e incluso navegables, el diseño debe contar con tuberías sumergidas en las profundidades del río, además son necesarias rejillas en las entradas que cumplan el papel de la protección supervisando que las tuberías no ocasionen afectaciones

		en el paso del agua. (Guacaneme, s.f)
Captación mixta	Es una combinación de toma lateral y toma sumergida, aplicable a fuente con inestabilidad y variaciones considerables de caudal y cambio de curso frecuente. (Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio, 2017)	Debe utilizarse en caso de que exista una inestabilidad o cambios constantes al momento de realizarse la captación del agua, será necesario implementar métodos combinados de captación sumergida y captación lateral, los cuales mediante la excavación de pozos y la implementación de drenes radiales ocasionaran mejoraran el rendimiento. (Guacaneme, s.f)
Toma en dique	Se implementa principalmente para pequeños cauces en donde se debe estabilizar el nivel de la fuente mediante un dique de represamiento construido transversalmente y la boca de captación se ubica sobre la cresta del vertedero. (Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio, 2017)	Se debe tener en cuenta la ubicación de la rejilla porque esto evitara el paso de material grueso, así mismo la rata de sedimentación se deberá implementar con el fin de que el agua pueda fluir con una velocidad moderada, finalmente la

		quebrada debe contar con una óptima estabilidad geológica. (Corcho y Duque, 2005, p. 98)
Captación flotante con elevación mecánica	Empleada cuando la fuente de agua presenta variaciones considerables de nivel y es de gran caudal y se hace inviabile una captación por gravedad; los equipos de bombeo se deben implementar sobre una plataforma móvil, cuyo diseño deberá garantizar la flotabilidad, la estabilidad, la operación y el mantenimiento del sistema. (Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio, 2017)	Las aguas deben ser superficiales se implementaran cuando existan variaciones de nivel o cuando se desgaste la calidad del agua de acuerdo a las variaciones del nivel, la profundidad de captación debera escogerse según sea lo adecuado. (Guacaneme, s.f)

Fuente: Corcho & Duque (2005), Guacanemene (s.f) y Ministerio de vivienda ciudad y territorio (2017).

Tratamientos para la Eliminación de Sólidos

Para llevar a cabo el proceso de potabilización es necesario la implementación de una serie de tratamientos, estos permitirán la limpieza de impurezas que puedan estar presentes en el agua; para conseguir este propósito es importante emplear el sistema de tratamiento primario que también es conocido como clarificación, se encuentra compuesto por procesos mecánicos, químicos y biológicos. (Troconis y Herbert, 2010, p. 17)

Área de Cribado. La estructura de este equipo se encuentra compuesta por placas con agujeros fijos o redes de metal y su función es la retención de los sólidos que pueden ser vistos por el ojo humano, como por ejemplo, piedras, pedazos de madera, plásticos, etc. En algunas ocasiones es posible utilizar el agua lluvia para el funcionamiento de este proceso, los sólidos son limpiados por rastrillos móviles, para su posterior transporte hacia una tolva para la disposición final. (Troconis y Herbert, 2010, p. 18)

Sistemas de Separación por Gravedad. Este proceso se encarga de la remoción del material particulado y sedimentos de flujo, es necesario emplear una cámara de concreto para la reducción de la rapidez del caudal, lo que permitirá el asentamiento de las partículas. (Troconis y Herbert, 2010, p. 18)

Unidades Centrifugas de Separación. Para la implementación de este proceso es necesario emplear el equipo denominado bombas, las cuales permiten que las partículas que sean más pesadas se dirijan hacia el desagüe del equipo, esto se da gracias al movimiento de remolino que es realizado por las bombas. (Troconis y Herbert, 2010, p. 19)

Desarenadores. Es una estructura que permite la remoción de algunas partículas mediante el proceso de sedimentación. (Troconis y Herbert, 2010, p. 19)

Clarificadores. Este es un proceso muy completo en cuanto al tratamiento de aguas residuales, porque permite brindar un método de tratamiento tanto para las partículas más pesadas (asentamiento en la estructura), como para los residuos flotables (elevación hacia la superficie). (Troconis y Herbert, 2010, p. 19), sin embargo, el adecuado proceso de la clarificación se da por la implementación de otros procesos los cuales son:

Coagulación. Para llevar a cabo este proceso es necesario emplear coagulantes como el sulfato de aluminio o el cloruro de hierro, esto permitirá el agrupamiento de las partículas para que sean más grandes y por ende más fáciles de retirar del agua. (Troconis y Herbert, 2010, p. 19)

Floculación. En la floculación se recolectan partículas denominadas flóculo, estas son creadas durante la coagulación; este es un proceso mecánico que se realiza empleando paletas rotantes y escalones. (Troconis y Herbert, 2010, p. 19)

Flotación. La flotación consiste en un asentamiento de partículas hacia la superficie. (Troconis y Herbert, 2010, p. 19)

Separación por Gravedad. Este proceso es utilizado para el tratamiento de líquidos insolubles, funciona mediante la gravedad, lo que hace que sea posible que las partículas floten hacia la superficie. (Troconis y Herbert, 2010, p. 20)

Evacuación de Lodos. El lodo que queda asentado en el fondo de la tolva es bombeado hacia el sistema de tratamiento de lodos. (Troconis y Herbert, 2010, p. 20)

Evacuación de la Capa Superficial de Impurezas. Este sistema se encarga de restregar el lodo que quedo del proceso anterior, para que pueda dirigirse hacia el sistema de evacuación que le corresponde. (Troconis y Herbert, 2010, p. 20)

Sistemas de Distribución de Agua Cruda. Los sistemas para la distribución de agua cruda son sistemas hidráulicos que conducen el agua desde el en el lugar de captación, y puede ser mediante bombeo, rebombeo o gravedad, su destino final será un puede ser el tanque de regulación, la, planta potabilizadora o un crucero predeterminado, la supervisión y el mantenimiento debe ser sencillo se sugiere que para que exista una mayor facilidad halla

paralelismo hacia un camino, de lo contrario deberá realizarse un camino de acceso, el material de las tuberías deberá ser en PVC y polietileno, el diámetro no podrá superar las 6” porque existirán pérdidas económicas al no realizarse la conducción de manera adecuada. (Criterios y Lineamientos Técnicos para Factibilidades. Sistemas de Agua Potable, 2014)

Los sistemas de distribución del agua cruda están comprendidos por una serie de etapas que deberán estar orientadas en base a la planeación, diseño y ejecución del acueducto público, la infraestructura tendrá que estar acorde a las necesidades de la comunidad, para esto es importante llevar a cabo un análisis de los aspectos socio – culturales de la población, adicional será necesario tener en cuenta información relacionada a las fuentes de agua, con el fin de identificar cual es la que mejor se adapta como punto de captación. (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2017)

El abastecimiento del agua es un proceso muy delicado que se encuentra expuesto a sufrir pérdidas por factores asociados a la aducción, la sobrepresión, el desgaste de tuberías, averías, etc., como se menciona a continuación:

Pérdidas de Agua en la Aducción. Es importante supervisar los procesos de aducción, debido a que existen factores que pueden generar alteraciones y pérdidas de agua, como por ejemplo, la presencia de contaminantes, en este caso deberá identificarse el lugar de procedencia de dicha contaminación; es necesario realizar controles para establecer si el agua que se distribuye por las tuberías presenta la cantidad suficiente, dado a que en algunos casos es posible evidenciar problemas de retención de agua, para esto será necesario abrir las válvulas de pulga ya que estas permiten contar con un registro de los volúmenes de agua que son suministrados a la comunidad. (Guía Ambiental para Sistemas de Acueducto, s.f)

Pérdidas de Agua por la Sobrepresión. El agua que es distribuida a través de las tuberías debe contar con una presión establecida para su adecuado funcionamiento, no obstante, esta no podrá excederse, dado que ocasionará graves afectaciones en las instalaciones como en las tuberías en las calderas y demás componentes que hacen parte de la estructura, además se pueden ocasionar daños relacionados con roturas, fugas y abertura de las válvulas; para poder reducir los riesgos de la sobrepresión es posible instalar un reductor de presión. (Soluciones al Exceso de Presión en las Instalaciones, 2021)

Pérdidas de Agua por Desgaste de Tuberías. De acuerdo a estudios realizados es posible identificar que grandes cantidades de agua no llegan a su destino ya que de cada 100 litros 38 se desvían por diferentes circunstancias, los motivos principales son las fugas y las tuberías obsoletas que son utilizadas para el suministro del recurso hídrico. (Damasio, 2021)

Pérdidas de Agua por Averías. Las averías en los sistemas de distribución del agua representan graves problemáticas en la comunidad, dado que pueden presentaren pérdidas del agua, ocasionando desgaste de tuberías y a su vez la interrupción del servicio. (Conexión y Reparación de Tubería, s.f.)

Condiciones de Calidad Fisicoquímica y Microbiológica de las Fuentes de Abastecimiento. El parámetro de diseño implementado deberá servir para prevenir las posibles erosiones y obstrucciones permitiendo una garantía en cuanto a la estructura evitando situaciones de inundación, en los casos en donde los ríos o lagos no trasladan cantos rodados o piedras deberá haber una rejilla que proteja a los lugares de captación que no se encuentran protegidos para que no entren sólidos como por ejemplo hojas, basura o palos. En caso de que la captación si sea protegida la construcción de las estructuras deberán realizarse empleando materiales como piedras, concreto o ladrillos. (Stauffer y Spuhler, 2020)

Por otra parte la fuente de abastecimiento necesita cumplir con unas condiciones específicas en términos de la presencia y/o ausencia de ciertas sustancias que actúan como indicadores de calidad fisicoquímica y pueden revelar la viabilidad en el uso del recurso como, son la demanda química de oxígeno (DQO), demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), oxígeno disuelto (OD), nitratos (NO₃), nitrógeno total (N), pH, temperatura, turbiedad, alcalinidad, dureza, sólidos suspendidos totales (SST) y sólidos disueltos totales (SDT), color, conductividad, acidez, entre otros. (Samboni et. al, 2007)

El abastecimiento de agua cruda para consumo humano y uso doméstico deberá cumplir valores típicos determinados por la normatividad, dependiendo de los resultados obtenidos se le dará un tratamiento convencional o una desinfección como se evidencia en la tabla No. 2

Tabla 2

Valores típicos para los parámetros básicos en agua cruda

Parámetro Básico	Valor Admisible
Acidez	50 mg/l CHCO ₃
Alcalinidad total	100 mg/l CaCO ₃
Color	15 UPC
Conductividad	1000 µs/cm
DQO	-
DBO ₅	2 – 7 mg/l
Dureza total	160 mg/l CaCO ₃
Nitrógeno total	-
Nitratos	10 NO ₃
Oxígeno disuelto	8,0 – 12,0 ppm
pH	6.5 – 9.0 unidades
SDT	< 160 mg/l

SST	500 mg/l
Turbiedad	2 UNT

Fuente: Decreto 475 de 1998 y Resolución 2115 de 2007

Finalmente los parámetros microbiológicos de la fuente de abastecimiento deberán identificar que el recurso hídrico no tenga la presencia de excrementos de humanos o animales, debido a que esto puede ocasionar peligros al momento del consumo del agua llegando a ocasionar enfermedades en el organismo, por lo cual se tendrá que supervisar estos aspectos, además de los excrementos la fuente de abastecimiento deberá estar libre de virus, parásitos y bacterias. (Londoño, s.f)

Análisis de los Peligros y Riesgos Asociados a la Captación de Agua para Consumo Humano. En la actualidad son diferentes las medidas que existen para la evaluación de peligros y riesgos en proyectos de tipo económico o social. Sin embargo, y a pesar de que estos términos son ampliamente utilizados para describir situaciones que amenazan y comprometen nuestra seguridad o sostenibilidad, sus definiciones producen cierta confusión, considerándolos en muchas ocasiones como sinónimos.





Según la Organización Internacional para la Estandarización (ISO), un peligro es la situación mediante la cual, un riesgo pasa a materializarse, es decir y como menciona (Hernández , 2012, p. 24), el peligro es “una propiedad inherente a una situación que tiene el potencial de causar un efecto adverso”. Mientras un riesgo y según la misma ISO (9001), se define como la probabilidad de que ocurra un evento, que puede ser positivo o negativo, interpretándose como riesgo positivo, una oportunidad que facilitará el camino para obtener un resultado satisfactorio.

La caracterización e identificación de peligros y riesgos para un proyecto, proceso o actividad, puede convertirse en una herramienta de gestión interesante para actuar de manera más efectiva ante condiciones consideradas como amenazas, y lo que conlleva a que en la actualidad se hayan diseñado una serie de metodologías para su rápida identificación y gestión, con el propósito de evitar incidentes que puedan comprometer el funcionamiento o viabilidad de un proyecto.

Para llevar a cabo el análisis de riesgos se utilizan diferentes métodos, siendo el análisis matricial el más conocido como se presenta en la tabla No 3 la adecuada implementación de este instrumento permitirá identificar la situación en la que se encuentra el evento analizado y mediante la implementación de niveles utilizados tanto de probabilidad como de en la consecuencia, será posible identificar el nivel de riesgo de una manera correcta. , los resultados obtenidos permitirán establecer si el evento representa algún riesgo de gravedad y se identifican con una coloración diferente para generar una alerta. (Excel Hecho Fácil, 2021)

Tabla 3

Matriz de riesgos

Matriz de Riesgos								
		Consecuencias						
		Mínima	Menor	Moderada	Mayor	Máxima		
Probabilidad		1	2	4	8	16	Nivel del Riesgo	Color
Muy Alta	5	5	10	20	40	80	Riesgo Aceptable	
Alta	4	4	8	16	32	64	Riesgo Tolerable	
Media	3	3	6	12	24	48	Riesgo Alto	
Baja	2	2	4	8	16	32	Riesgo Extremo	
Muy Baja	1	1	2	4	8	16		

Fuente: Excel Hecho Fácil, 2021

En cuanto a la evaluación de peligros en el proceso de potabilización, siempre será necesario en cada etapa identificar si el peligro puede ser de tipo biológico, físico o químico. Para lo cual la observación, el monitoreo y registro de datos son un soporte determinante en la implementación de acciones preventivas. (Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP, s.f)

Peligros y Riesgos que se pueden Identificar en el Proceso de Captación de Agua para Consumo Humano. En el proceso de captación pueden ser observados fenómenos tales como derrumbes, caídas de rocas, granizadas, heladas, inundaciones, sequias, terremotos, entre otros; algunos de estos riesgos pueden ser categorizados como riesgos que van desde un nivel alto hasta un nivel medio y bajo, estos eventos naturales pueden ser presentados ante las fallas geológicas que se encuentran presentes en una zona. Dependiendo de la ubicación algunos eventos pueden ser presentados de una manera más abrupta que otros. (Flores, 2020, p. 56)

En cuanto a las actividades antrópicas en relación con la afectación de la calidad del agua de las fuentes hídricas se ha identificado que existe la presencia de contaminación ambiental, debido al uso desmedido de agroquímicos, además de esto se han evidenciado prácticas como la deforestación lo cual ocasiona problemáticas relacionadas con la erosión e incendios forestales. Conforme sea la zona de estudio se pueden presentar algunas otras problemáticas como lo son la delincuencia, laderas con suelos en mal estado y problemáticas propias de las instituciones ya que no cuentan con los recursos necesarios para el mantenimiento y operación de las plantas de tratamiento. Además de las amenazas por sequía.

De acuerdo con cada característica geográfica de una zona determinada los riesgos presentados podrán ser categorizados como amenazas generales o particulares, de esta manera

será posible determinar cuáles son los principales peligros en los que encuentra una comunidad. (Flores, 2020, p. 57)

Al momento de llevar a cabo el abastecimiento de agua se evidencia la presencia de coliformes totales ya que estos se desarrollan durante el recorrido del agua antes de llegar hasta la fase final del proceso, sin embargo, existen tratamientos eficaces para reducir los coliformes totales como lo es el proceso de filtración, a pesar de esto, en algunas ocasiones suelen fallar por lo que al momento de suministrar este recurso hídrico es posible observar la presencia de los coliformes totales. (Marcó, 2004)

A nivel nacional se ha identificado que los reservorios de agua dispuestos para el abastecimiento de agua no cuentan con la capacidad suficiente y no alcanzan a satisfacer las necesidades de las comunidades dado que en muchas ocasiones solamente se realiza un abastecimiento de agua al 77% de la población existente. De acuerdo con estudios realizados ha sido posible establecer la presencia de turbiedad excesiva, esto se da porque en distintas situaciones los trabajadores encargados de realizar los mantenimientos a los acueductos no tienen los conocimientos necesarios, tampoco cuentan con el apoyo de entidades encargadas de la prestación de servicio de agua. Debido a que los procesos realizados para el abastecimiento de agua en las comunidades muchas veces son realizados por ellos mismos, se generan problemáticas relacionadas a riesgos físicos, químicos y biológicos. (Pérez et. al, 2018)

A pesar de existir medidas de prevención y control ante riesgos ambientales estas no son tenidas en cuenta en muchas ocasiones, por lo que el riesgo es incrementado, muchos de los lugares encargados del abastecimiento de agua se encuentran ubicados en zonas rurales y estos no cuenta con la infraestructura adecuada además en los sitios aledaños se evidencia presencia de

actividades pecuarias lo que genera un deterioro al momento de realizar los procesos de abastecimiento de agua. (Pérez et. al, 2018)

Además de esto se ha podido evidenciar la existencia de riesgos microbiológicos que se encuentran presentes en el agua, debido a esto el agua ha presentado índices de contaminación, lo cual provoca efectos negativos en la salud humana (parásitos, bacterias y virus), presentándose una reducción del recurso hídrico, algunas de las enfermedades que son generadas a causa del consumo de agua cruda son fiebre tifoidea, diarrea, cólera y la disentería, los más afectados ante esta problemáticas es la población infantil. (Moncada, s.f., p.3)

En cuanto a la contaminación microbiológica, la bacteria más común que puede encontrarse en el agua cruda corresponde a la enterobacteria gran negativa *E.coli*, la cual ocasiona daños dentro del organismo de los seres humanos, debido a que es una bacteria causante de infecciones y enfermedades, sin embargo, es posible encontrar otros microorganismos dentro del agua como *Giardia*, *Cryptosporidium*, *Salmonella*, *Campylobacter*. (Moncada, s.f., p.3 y Bartram et. al, 2009, p.43).

Dado que las zonas rurales abarcan un territorio mayor en comparación con las zonas urbanas, es posible evidenciar la falta de alcantarillados, los cuales podrían brindar una solución efectiva ante la problemática ocasionada frente al agua. (Moncada, s.f., p.3).

En la actualidad los seres humanos están expuestos a adquirir diferentes bacterias, virus y parásitos (*Salmonella*, *Escherichia coli*, *Campylobacter*, *Hepatitis A*, *Hepatitis E*, *Rotavirus*, *Trichinella Spiralis*, *Cryptosporidium parvum*, *Giardia lamblia*, entre otros) en sus organismos, ocasionando enfermedades nocivas para la salud, lo que puede provocar vulnerabilidad en una

comunidad debido a los altos índices de mortalidad y morbilidad. (Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP, s.f, p. 4 – 5)

Por lo anterior es necesario recalcar la importancia de contar con metodologías que permitan la identificación de riesgos y peligros, de la siguiente manera:

Al ingerir agua potable directamente de la llave los seres humanos corren peligros químicos, físicos y biológicos, por esta razón se dio origen al sistema de análisis de peligros y puntos críticos de control, para que las (Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP, s.f, p. 10)

Para llevar a cabo el análisis y puntos críticos de control, primero es necesario evidenciar incidentes dentro de una comunidad, de modo que sea posible identificar si dos o más personas presentan un cuadro con la misma enfermedad después del consumo de agua u algún otro alimento, en caso de que sean evidenciados brotes (grupo de personas que padecen la misma enfermedad, aunque se presenten casos diferentes), será necesario informar a las autoridades de salud, médicos y a la comunidad, además deberá difundirse la noticia a nivel departamental, municipal y provincial, con el fin de que se empiecen a realizar los respectivos análisis y se determine la causa por la cual se están presentando las afectaciones en la salud de las personas.

(3. Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP, s.f, p. 16)

Después de identificar si los casos presentados corresponden a una infección (microorganismos patógenos vivos (*Salmonella*, *Shigella*, *hepatitis A*, *Trichinella spirallis*)) o a una intoxicación (toxinas presentes en el organismo ocasionadas por mohos o bacterias), es importante realizar una clasificación de peligros biológicos, químicos y físicos (*ver figura 3*). (3. Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP, s.f, p. 17)

Tabla 4*Clasificación de peligros*

Tipo de peligro	Descripción
Biológico	<i>Bacterias, virus y parásitos patogénicos, determinadas toxinas naturales, toxinas microbianas y determinados metabólicos tóxicos de origen microbiano.</i>
Físico	<i>Pesticidas, herbicidas, contaminantes tóxicos inorgánicos, antibióticos, promotores de crecimiento, aditivos alimentarios tóxicos, lubricantes y tintas, desinfectantes, micotoxinas, ficotoxinas, metil y etilmercurio, e histamina.</i>
Químico	<i>Fragmentos de vidrio, metal, madera u otros objetos que puedan causar daño física al consumidor.</i>

Fuente: Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP, s.f, p. 17)

Aunque exista la presencia de brotes en una comunidad es importante clasificar la gravedad de las enfermedades (alta, moderada, baja), posteriormente es necesario llevar a cabo la evaluación del riesgo (*ver figura 3*) de manera que debe ser identificada la frecuencia de ocurrencia en los casos presentados esta puede ser estimada cuantitativa o cualitativamente dependiendo de los datos encontrados. (Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP, s.f, p. 18 – 19)

Figura 3.*Evaluación de riesgos*

Probabilidad de ocurrencia	Alta	A	Mi	Ma	Cr
	Mediana	A	Mi	Ma	Ma
	Baja	A	Mi	Mi	Mi
	Insignificante	A	In	In	In
			Baja	Media	Alta
		Gravedad de las consecuencias			

Significado del peligro

In - Insignificante, despreciable

Mi - Menor

Ma - Mayor

Cr - Crítica

Nota: Evaluación de riesgos teniendo en cuenta la probabilidad de ocurrencia de un hecho.

Tomada de (Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP, s.f, p. 20)

Referentes Normativos para el Seguimiento a la Calidad del Recurso Hídrico para Consumo Humano

Ley 1523 de 2012

Se encuentra relacionada con la “gestión del riesgo”, esta ley es realizada con el fin de brindar seguridad y bienestar así como de mejorar la calidad de vida, en donde se hace necesario que esté presente la sostenibilidad; hablando ambientalmente es posible decir que esta ley establece la necesidad de satisfacer las necesidades que puedan estar presentes en una población, para esto es necesario que las organizaciones idóneas realicen una coordinación adecuada y se presenten acciones frente a la “gestión del riesgo”. (Ley 1523 de 2012).

Decreto 1594 de 1984

El recurso hídrico debe contar con características específicas dependiendo del uso que vaya a tener, es por esto que los cuerpos de aguas superficiales, subterráneos, marinos y esturianas, deben ser protegidos de cualquier vertimiento puntual o no puntual que pueda provocar algún riesgo o peligro al momento de llevarse a cabo su uso. Para el caso del consumo humano es necesario identificar si el agua abastecida no cuenta con la presencia de algún elemento que sea tóxico y dañino para la salud humana, independientemente que las razones de la alteración en el agua se originen por factores ambientales o antropogénicos. (Decreto 1594, 1984)

Decreto 1575 de 2007. Establece el derecho de los seres humanos a adquirir agua de calidad “potable”, sin embargo este decreto no es aplicable para el agua que es comercializada (que se encuentra embotellada o envasada). Este recurso hídrico debe tener todas las características necesarias para proveer un consumo adecuado, para esto es necesario tener una operación apropiada durante los procesos de potabilización, además de esto es importante

cumplir con la normatividad de manera que se obtengan “certificación y conceptos sanitarios”. (Gobierno de Colombia, 2007).

Decreto 1076 de 2015. En el Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible es importante aplicar políticas públicas, es necesario compilar y racionalizar las normativas existentes, sin embargo, estas no necesitan de una nueva aceptación por parte del Gobierno ya que solo se está llevando a cabo la organización de la información existente anteriormente con algunas modificaciones. (Decreto 1076, 2015)

Resolución 2115 de 2007. Las personas tienen derecho a tener agua apta para su consumo, es por esto que es necesario llevar a cabo un sistema de vigilancia y control, en donde se verifique si el recurso hídrico cuenta con las características necesarias para el consumo humano, por lo anterior se realizaron análisis fisicoquímicos y microbiológicos que permitirán detectar si existe alguna bacteria u otra sustancia peligrosa que pueda poner en riesgo la salud humana; primeramente se proceden a realizar análisis básicos que consisten en la realización de estudios relacionados con la determinación de ph, turbiedad, coliformes totales, color aparente, presencia de la bacteria E.Coli, entre otros. (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Sostenible, 2007). Esta Resolución se complementa y se actualiza para el sector rural con la Resolución 622 por la cual se adopta el protocolo de inspección, vigilancia y control de la calidad del agua para consumo humano suministrada por personas prestadoras del servicio público domiciliario de acueducto en zona rural, y se dictan otras disposiciones.

Resolución 4716 de 2010. Los “Mapas de Riesgos” son utilizados como una herramienta de monitoreo para la calidad del agua, de esta manera es posible verificar que el recurso hídrico cumpla con las condiciones necesarias (químicas, físicas y microbiológicas) para un consumo adecuado, es necesario tener en cuenta que las condiciones para el agua potable adecuada puede

variar dependiendo de la zona, debido a que las fuentes de abastecimiento de agua pueden ser superficiales o subterráneas. (Ministerio de la Protección Social Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010)

Resolución No. 631 de 2015. Los sistemas de alcantarillado público y los cuerpos de agua superficiales deben ser protegidos ante los vertimientos puntuales, es por ello que existen límites máximos permisibles y deben ser cumplidos por aquellos que los realicen ya sea en actividades comerciales de servicios o industriales, sin embargo, esta resolución no aplica a cuerpos de agua marina. En dado caso que la captación y descarga se realicen en el mismo cuerpo de agua será necesario extraer metaloides y metales, mediante la aplicación de balances de materia o masa. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015)

Resolución 0330 de 2017. En esta Resolución se actualiza y se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS, documento que contiene lineamientos y parámetros para el diseño de sistemas de tratamiento de agua potable y que se encuentra en articulación con la normatividad para sistemas rurales Resolución 844 de 2017.

Resolución No. 622 de 2020. Está relacionada a la calidad del agua que debe estar presente en las zonas rurales y a que se debe cumplir con las características necesarias (físicas y microbiológicas), además del trato técnico y operativo que tiene que existir al momento de realizar los tratamientos necesarios. Por otra parte, es necesario contar con las autorizaciones que deben ser dadas por las autoridades competentes, estas tienen la responsabilidad de verificar que se esté cumpliendo con la normatividad establecida. Las características más importantes a tener en cuenta al momento de suministrar el agua son; color aparente, turbiedad, pH, cloro libre o residual, presencia de bacterias como la E. Coli. Es necesario tener un control en los sistemas

que son encargados de suministrar el agua (Ministerio de Salud y Protección Social Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2020)

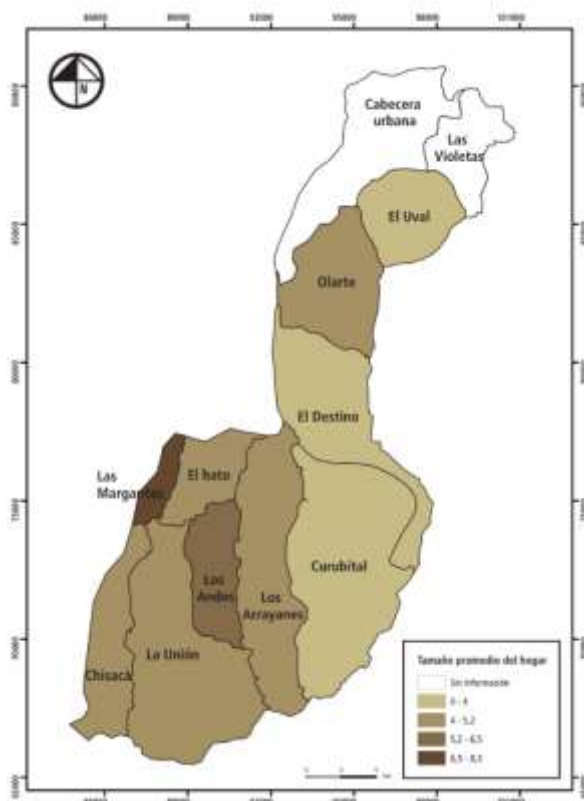
Caso de Estudio Acueductos el Destino y Olarte

Área de Estudio

Las veredas El Destino y Olarte se encuentran ubicadas en la zona rural de la Localidad de Usme (*ver figura 4*), en el suroriente de la ciudad de Bogotá. La localidad tiene una extensión de 21506 hectáreas de las cuales 2120 ha corresponden a suelo urbano, 902 ha se clasifican como suelo de expansión urbana y las restantes 18483 ha constituyen suelo rural (Alcaldía de Bogotá, s.f.). (Trujillo, 2013)

Figura 4.

Localización de las veredas El Destino y Olarte



Nota: Mapa de ubicación de veredas El Destino y Olarte en la Localidad de Usme. Tomada de (Ruiz et. al, s.f)

Tipo de Vegetación en la Localidad de Usme

La localidad de Usme presenta una alta gama de vegetación. Al evidenciarse que se trata de un clima páramo es posible notar la existencia de frailejones, además de distintos bosques en los cuales se puede observar la presencia de especies como los son el Aliso “*Alnus acuminata*”, Canelo “*Drymis winteri*”, Encenillo “*Weinmania tomentosa*”, Mortiño “*Hesperomeles, heterophylla*”, Raque “*Vallea stipularis*”; además de especies relacionadas con el sietecuecos entre los que se encuentra la especie de “*El Angelito*”. En esta zona es común encontrar gran variedad de helechos ya sean grandes o pequeños así como musgos, palma, líquenes, orquídeas y hojarasca que presentan la forma de colchón; esta vegetación permite el ingreso de materia orgánica en los ecosistemas presentes como por ejemplo los recursos hídricos y el suelo. Los bosques que se encuentran localizados en Usme pertenecen a los *Bosques Altoandino*. (Poveda, 2016, p. 43)

La vegetación que se encuentra presente en la zona está relacionada a las actividades agrícolas y pecuarias, los principales usos que se les da a esta vegetación son el pastoreo (75 %) y los cultivos (25%). En las veredas El Destino y Olarte es posible evidenciar gran variedad de cultivos los cuales corresponden a un 62.21%, después de esto se logra observar áreas naturales y seminaturales las cuales se encuentran compuestas por un 35.89% de la región restante. (Poveda, 2016, p. 43)

Asimismo la vegetación de Usme permite abastecer las necesidades de la comunidad como lo es la *Quebrada Piedra Gorda* la cual presenta un tamaño de 400,44 hectáreas y está ubicada en el área rural, esta quebrada se encuentra conformada por las veredas El Curubital en esta parte la quebrada compone un tamaño de 381, 18 hectáreas, y la vereda El Destino la cual posee 19.26 hectáreas correspondientes a la *Quebrada Piedra Gorda*. (Poveda, 2016, p. 46)

Al tener cercanía con el páramo de Sumapaz se presentan mosaicos vegetales, debido a las condiciones de la zona no es posible evidenciar un alto número de paisajes con flores, en este sentido la localidad de Usme no presenta tanta biodiversidad, sin embargo es posible evidenciar algunas especies que son características de la región como lo son El Arboloco "*Smallanthus pyramidalis*", El Chilco "*Baccharis latifolia*", El Chusque "*Chusquea spp.*", Moras Silvestres "*Rubus spp*". (Poveda, 2016, p. 49)

Dentro de esta zona se ha venido generando una problemática durante los últimos años la cual está relacionada con las *plantas invasoras*, las cuales han afectado a la vegetación que nace en Usme, las especies correspondientes son; La campanita "*Digitalis pupurea*", Retamo espinoso "*Ulex europaeus*", Retamo liso "*Teline monspessulana*". Debido a esto se ha evidenciado la reducción de varias de las especies que son pertenecientes al área. (Poveda, 2016, p. 49)

La localidad de Usme tiende a presentar una vegetación en relación a la que puede ser observada en los bosques (*Árboles – Arbustos*) y hay gran variedad de cercas vivas estas son utilizadas para definir los límites que existen en las fincas. Pueden evidenciarse varios nacimientos y quebradas (muchos de estos ayudan a la subsistencia de agua de la comunidad), se encuentran varios ríos algunos de ellos son; Calavera, La Esmeralda, Los Balcones, Mugroso,

La Lajita, La Mistela, Curubital, Caliche Negro y del Oso; La Chiguaza y Olarte.
(Poveda, 2016, p. 50)

Las zonas Boscosas que se encuentran ubicadas en la Localidad de Usme son de tipo *polylepis* y *polylepis quadrijuga* estos son aptos para las actividades agropecuarias sin embargo propician a la intrusión de las *plantas invasoras*, de estos bosques es posible evidenciar el

nacimiento de las especies *Galium hypocarpium* y *Oxalis*, además ha sido posible evidenciar la aparición de combinaciones vegetales como lo es Kmeans, este tipo de vegetación se debe a las actividades antrópicas de la localidad. (Espitia, 2018, p.22)

Las actividades humanas pueden ocasionar grandes cambios en los ecosistemas principalmente las que se encuentran relacionadas a las actividades ganaderas y pecuarias, es posible evidenciar las siguientes especies debido a las labores realizadas; Apiaceae “*Niphogeton ternata*”, Cyperaceae “*Carex pichinchensis*”, Poaceae “*Calamagrostis efussa*”, estas especies se dan debido a la ubicación geográfica de la zona y a que en esta se presenta un clima paramo. (Espitia, 2018, p. 22)

Dado el valioso eco sistema con el que cuenta las zonas rurales pertenecientes a la Localidad de Usme es posible evidenciar una especie muy particular denominada “*bosque de niebla*” la cual permite la recolección del agua que es obtenida gracias a las nubes y neblinas, los más comunes de encontrar son arboloco, encenillo, acacia, duraznillo y pino. (Sierra et. al, 2011)

Las veredas también poseen áreas de recursos hídricos contando así con una gran variedad de ríos y quebradas, entre los que se encuentran La Quebrada Olarte, Quebrada Piedra Gorda, Los Alisos, Laguna Larga, La Leona, entre otros. (Gutiérrez, 2016, p. 29)

Tipos de Suelos en la Localidad de Usme. En la localidad de Usme es posible evidenciar que el suelo principal que puede ser encontrado es el correspondiente al tipo *franco – arcilloso*, este es utilizado especialmente en actividades relacionadas a la agricultura y la ganadería, sin embargo puede presentar varios problemas debido a que este tipo de suelo suele ser consumido por los microorganismos y puede afectar sus características, otra de las problemáticas ocasionadas con el suelo es la reducción de la materia orgánica debido a las

actividades antrópicas que son realizadas; la proporción que poseen estos suelos están relacionadas de la siguiente manera Arena (50%), Arcilla (30%) y Limo (20%). (Medina y Sánchez, 2018, p. 8)

Dadas las características geográficas del lugar es posible encontrar suelos de *tipo limo – arcillosos y franco arcillo arenosa*, además de Typic Argiudolls y Thaptic Hapludands, los cuales corresponden a la taxonomía encontrada en la Localidad de Usme, por lo anterior es posible decir que los principales suelos que se encuentran ubicados en el área son de tipo *franco, arcilloso y arenoso*, debido a que estos se dan por la presencia de montañas ya que la ubicación geográfica de la Localidad de Usme pertenece a la cordillera oriental por lo que es muy común encontrar diferentes zonas montañosas. (Poveda, 2016, p. 32 – 33 – 34)

Los tipos de suelos que son encontrados en la Localidad rural de Usme se deben a la existencia de montañas (*ver figura 5*) y rocas además son bajos en minerales óseos, esta área también se caracteriza por contar con un clima frío y húmedo; dadas las características geográficas de la zona es posible observar problemáticas relacionadas con erosión y quebraduras, la evolución del lugar ha ocasionado que las texturas se vuelvan más finas, en algunos casos hay suelos ácidos o neutros, también se presentan casos de suelos con fertilidad baja y moderada. (Poveda, 2016, p. 32 – 33 – 34)

El Destino es una vereda que cuenta con un área de 1.873,8 ha (10,2%) y 763 habitantes (13.7%), por su parte la vereda Olarte tiene un área de 619,2 ha (3,4%) y una población de 520 habitantes (9,3%), aparte de ser una comunidad dedicada a actividades pecuarias y agriculturas, también es reconocida por su uso constante de la leña, ya que esta es utilizada como un combustible, especialmente para las labores del hogar, lo que permite evidenciar que la zona rural emplea una fuente de energía alterna a la que es empleada en el territorio urbano de la

ciudad, muy pocos ciudadanos de la localidad hacen uso del gas. Lo que demuestra que aunque existen migraciones de los campesinos hacia territorios urbanos aún se siguen manteniendo las costumbres típicas correspondientes a las zonas rurales. (Sierra et. al, 2011)

Figura 5.

Zonas montañosas características de la Localidad de Usme



Nota: Las zonas paisajísticas que se encuentran en la Localidad de Usme generalmente son montañosas lo que es un aspecto clave para la conformación de los suelos. Elaboración Propia.

Diagnóstico del Estado de la Fuente de Suministro y Sistema de Captación. Durante la realización de este proyecto, se llevó a cabo una metodología por etapas con el fin de conocer de manera más detallada el comportamiento de los acueductos El Destino y Aguas Claras Olarte, primeramente las estudiantes realizaron una visita de campo para el reconocimiento del área (*ver figura 6*)

Figura 6.

Visitas y seguimientos en compañía de los fontaneros



Nota: Zonificación área de estudio. Elaboración Propia.

Entrevistas a Pobladores de las veredas El Destino y Olarte. Durante las entrevistas realizadas a los pobladores fue posible identificar factores importantes relacionados con la prestación del servicio de los acueductos. Los usuarios indican que debido a las condiciones climáticas (muchas lluvias, deslizamiento de tierras), se presentan racionamientos de agua todos los días de 4:00 p.m. a 8:00 a.m., tanto en la vereda El Destino como en Olarte, haciendo que algunos habitantes cuentan con tanque de almacenamiento de agua para poder abastecerse, a la fecha los centros poblados no cuentan con red de alcantarillado en las viviendas, por lo cual tienen implementado pozo séptico.

Se realizó un estudio sociológico, con la finalidad de llevar a cabo una caracterización de las condiciones en las que se encuentran la comunidad del El Destino y Olarte, fue posible identificar lo siguiente; la **edad** 18 – 38 años (35 %), 38 – 48 años (15 %), 48 – 68 años (30 %),

más de 68 años (20 %); el **género** femenino (65 %), masculino (35%), **nivel de formación** primaria (60 %), secundaria (25%), técnico (5%), profesional (10%) y **rol dentro del hogar** ama – amo de casa (50%), jefa – jefe de hogar (30%), hija – hijo (5%), otro (15%) en la vereda El Destino, por su parte en la vereda Olarte **edad** 18 – 38 años (53.8%), 38 – 48 años (15.4%), 48 – 68 años (23.1%), más de 68 años (7.7%); **género** femenino (69.2%) masculino (30.8%); **nivel de formación** primaria (30.8%) secundaria (23.1%) técnico (30.8%) profesional (15.4%) y **rol dentro del hogar** a Ama – Amo de casa (61.5%) jefa – jefe de hogar (23.1%) Otro (15.4%).

En la vereda Olarte hubo un total de 13 entrevistados de los cuales el 46.2% consideró que la prestación del servicio es buena, el 76.9% han recibido programas de capacitación acerca de la temática relacionada con programas de uso eficiente y ahorro eficiente de agua, el 75% de la comunidad ha recibido información sobre la calidad del agua por parte del acueducto, al igual que en El Destino existen micro medidores, no hay alcantarillados, pero si pozos sépticos, el 79.9% de los habitantes no ha encontrado apariencias extrañas dentro del agua, uno de los entrevistados manifestó que un niño había enfermado a causa de la calidad del agua y finalmente el 7.7% utiliza el agua para actividades agrícolas relacionadas con el pastoreo.

Una vez terminado el estudio sociológico se realizó un análisis de la percepción que tienen los pobladores acerca de la prestación del servicio de acueducto, en la vereda El Destino hubo un total de 20 entrevistados de los cuales el 85% de los habitantes considera que la prestación del servicio de acueducto es buena, el 75% no ha recibido programas de capacitación acerca de la temáticas relacionada con programas de uso y ahorro eficiente del agua, el 60% de los ciudadanos ha recibido información sobre la calidad del agua por parte del acueducto, la vereda cuenta con micro medidores, no cuenta con alcantarillado pero si con foso séptico, el 60% de los habitantes no ha encontrado apariencias extrañas dentro del agua, no obstante, el otro 40%

afirmo evidenciar el agua lechosa con turbiedad y cloro; la calidad del recurso hídrico no ha ocasionado enfermedades en el organismo de los pobladores pertenecientes a la vereda El Destino, finalmente tan solo el 10% de la comunidad utiliza el agua para actividades agrícolas como el pastoreo.

Figura 7.

Realización de entrevistas a la comunidad



Nota: Elaboración de encuestas de satisfacción de acueductos a la población. Elaboración Propia.

El acueducto veredal El Destino, perteneciente a la Localidad de Usme; abastece a 175 viviendas, la captación del agua proviene de la Quebrada Piedra Gorda, el tipo de abastecimiento hasta los desarenadores se hace por bocatoma de fondo y la distribución es realizada por gravedad. La tubería tiene un diámetro de dos y media pulgadas (2 1/2”), en la planta la tubería tiene tres salidas de las cuales dos se encuentran en la cámara de reparto y salen para El Destino Bajo y El Destino Alto, y una de una pulgada se dirige hacia el tanque aéreo con la bomba lapicero.

El estado del tanque desarenador es regular al igual que el estado del punto de captación, el mantenimiento del tanque desarenador es trimestral, la vereda cuenta con un total de 210 micro medidores instalados y con consumo instalado, el acueducto presta el servicio las 24 horas.

El acueducto Asoaguas Claras Olarte se construyó en el año 2002 actualmente abastece a 187 viviendas, el agua es captada de la quebrada piedras gordas, pasa por un tanque desarenador al cual le realizan mantenimiento de manera mensual, lo que permite que su infraestructura se encuentre en buen estado, de ahí el agua es transportada hasta el acueducto, donde después de un tratamiento primario se distribuye por gravedad al centro poblado.

El acueducto cuenta con una cantidad de 187 micro medidores instalados, todos puestos en funcionamiento, tratando de prestar el servicio de manera continua, realizando las labores con las variables presentadas por las condiciones climáticas del área.

Las estaciones climatológicas de monitoreo correspondientes a la vereda Olarte presentan bajos niveles de altitud teniendo en cuenta el promedio característico de la Localidad de Usme (3180 msnm), la precipitación es alta dado a que en años anteriores las estaciones de monitoreo presentaban una precipitación máxima de (115 mm), durante el mes de octubre. (Clima y Previsión Meteorológica Mensual Usme, Colombia, s.f.)

Tabla 5

Estaciones de monitoreo Acueducto Asoaguas Claras Olarte

Nombre de la estación	Código	Latitud	Longitud	Altitud	Precipitación
Colegio San Cayetano	21201240	4481305556	-7412627778	2800	900

Santa María	21206650	4516752778	-	3100	900
de Usme			74088222222		

Fuente: Feria y Rodríguez, 2022

Por otro lado el acueducto El Destino cuenta con una estación meteorológica llamada La Esperanza en la tabla 6 se podrá evidenciar los datos de precipitación que fueron obtenidos durante los años 2021 (de enero a diciembre) y 2022 (de enero a abril).

Tabla 6

Precipitación estación La Esperanza 2021 y 2022

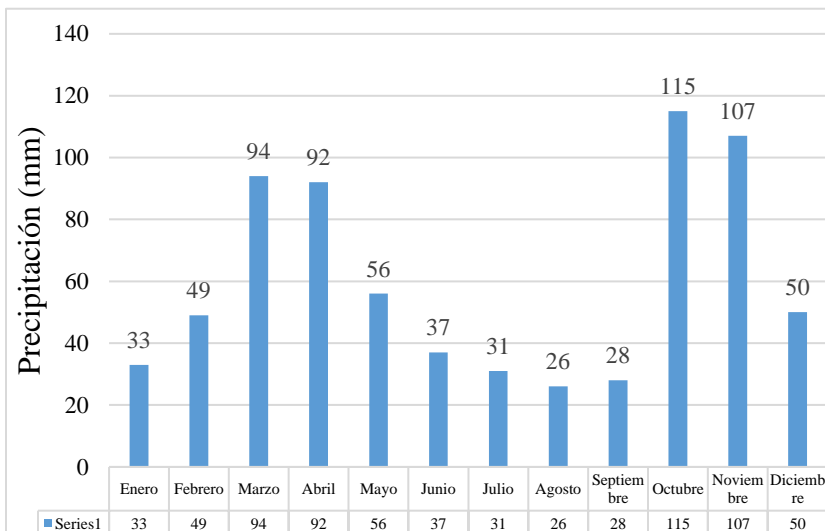
Precipitación 2021											
Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
26,1	56,4	117,8	153	184,1	173	88,3	179,1	48,6	162,5	77,6	12,1
Precipitación 2022											
Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4								
7,7	80,9	69	22,7								

Fuente: Cruz y Cruz, 2022

Durante los meses de marzo, abril, mayo, junio, agosto y octubre de 2021 los niveles de precipitación son altos teniendo en cuenta resultados anteriormente obtenidos en la Localidad de Usme, los demás resultados que fueron monitoreados en la estación de monitoreo La Esperanza son acordes a lo que fue medido anteriormente en la localidad. (Clima y Previsión Meteorológica Mensual Usme, Colombia, s.f)

Figura 8.

Datos de precipitación correspondientes a la Localidad de Usme



Nota: Datos climatológicos de precipitación. Tomada de Clima y Previsión

Meteorológica Mensual Usme, Colombia, s.f

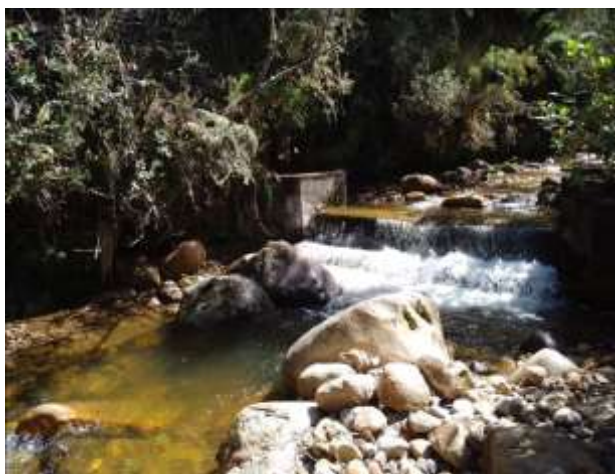
La Quebrada Piedra Gorda es fundamental como fuente de abastecimiento para los acueductos El Destino y Asoaguas Claras Olarte porque permite que las familias pertenecientes a las veredas del sector puedan contar con el suministro oportuno del recurso hídrico. En el caso del Acueducto Asoaguas Olarte que abastece a las veredas Olarte y Chiguaza, el proceso de captación es llevado a cabo mediante una bocatoma de fondo la cual tiene una rejilla fabricada sobre una presa. El agua que es recolectada mediante el proceso de captación se transporta a 100m hasta llegar al tanque desarenador, a pesar de que la bocatoma Quebrada Piedra Gorda abastece a las veredas Olarte y Chiguaza, esta se encuentra ubicada en la vereda Curubital, la Quebrada Piedra Gorda permite la captación de un caudal de 1,08 l/s. (Fernández, 2013).

Debido a que la Quebrada Piedra Gorda (*ver figura 9*) se encuentra en un ecosistema frágil se ha declarado como una “Reserva Forestal productora Protectora Cuenca Alta del Río

Bogotá”, teniendo en cuenta información obtenida por el POT el área de ubicación de la quebrada presenta características cartográficas relacionadas con los abanicos aluviales y depósitos de ladera, también es posible encontrar áreas con presencia de arcillotas principalmente en aquellas donde atraviesan los efluentes. (Fernández, 2013).

Figura 9.

Quebrada Piedras Gordas



Nota: Fuente de abastecimiento de las veredas El Destino y Olarte. Elaboración propia

Para el desarrollo del proyecto, y como parte de las actividades de caracterización de la calidad fisicoquímica y microbiológica de la fuente de abastecimiento, se eligieron dos puntos para la toma de muestras, medición de parámetros in situ y posterior procesamiento de otros parámetros en el laboratorio de la UNAD.

Los puntos para la toma de muestras se ubicaron cerca a la bocatoma, antes de que el agua ingresara a las rejillas, tanto para el Acueducto el Destino como para el Acueducto Aguas Claras Olarte, como se evidencia en las figuras. Esta ubicación se definió, con el propósito de evaluar de una manera más acertada y representativa las condiciones de calidad del agua.

Figura 10.*Puntos de tomas de muestreos*

Nota: Salidas de campo en lugares de muestreo. Elaboración Propia

Se tomaron alrededor de 37 muestras de agua gracias al desplazamiento de las estudiantes hacia las bocatomas; las muestras se tomaron en un punto central en contracorriente a una profundidad de 5 cm fue necesario emplear frascos de vidrio y métodos de conservación para lograr mantener las características fisicoquímicas y microbiológicas hasta su posterior análisis. En campo se midieron parámetros de color aparente, conductividad, pH y temperatura.

Las muestras tomadas en el área de estudio fueron posteriormente trasladadas al laboratorio del CEAD de José Celestino Mutis, en donde se llevaron a cabo diversos análisis fisicoquímicos teniendo en cuenta parámetros de análisis pH, conductividad, turbiedad, sólidos suspendidos totales, sólidos disueltos totales, alcalinidad, acidez y dureza.

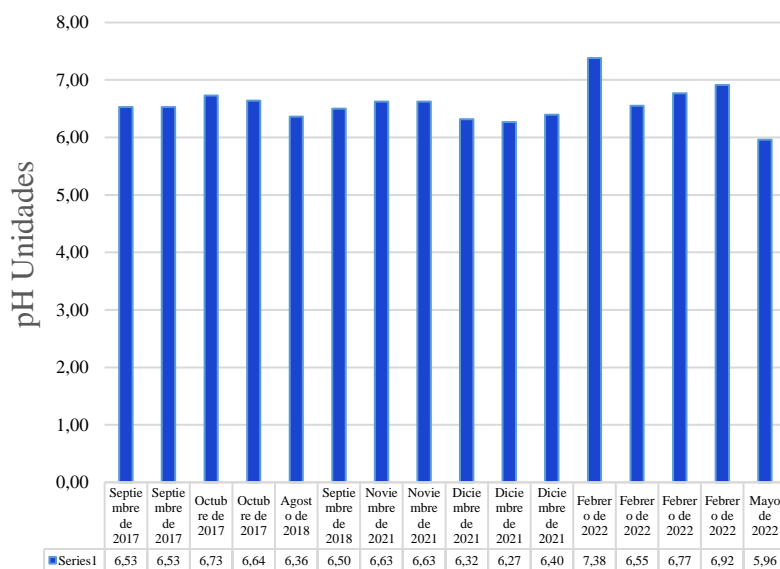
Los resultados que se encontraron para la fuente de abastecimiento como se presenta en las figuras a continuación, revelan que, para los puntos de muestreo de los dos acueductos, las

condiciones de calidad son relativamente buenas, frente a los estándares de la normatividad de agua para consumo humano.

Los resultados obtenidos en los análisis de las muestras de las fuentes de abastecimiento, revelan que, para los puntos de muestreo de los dos acueductos, las condiciones de calidad son relativamente buenas, frente a los estándares de la normatividad de agua para consumo humano.

Figura 11.

Resultados de pH (Olarte)



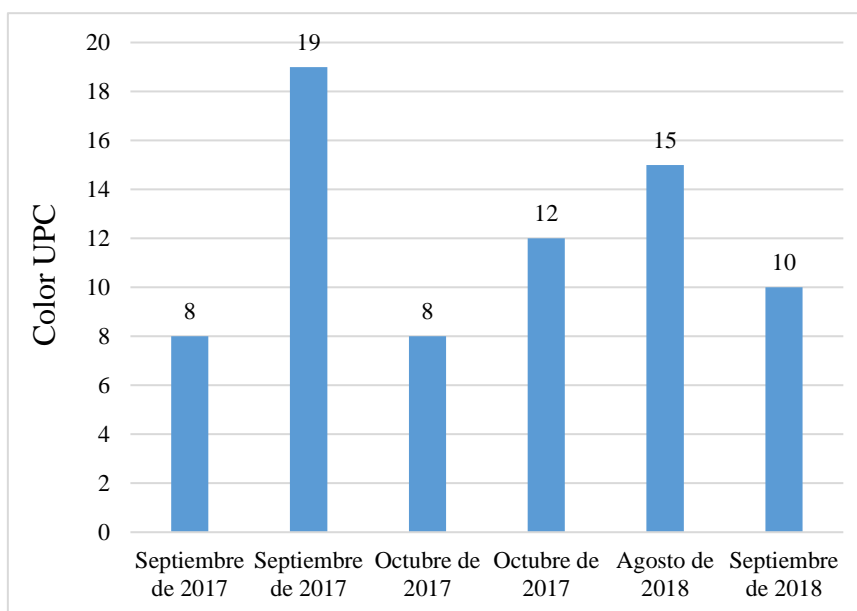
Nota: Acueducto Asoguas Claras Olarte y Elaboración Propia

Los análisis de pH de la figura 11 que fueron realizados en el laboratorio arrojaron un resultado relativamente constante a excepción de la fecha del 12 de febrero de 2022 en donde sí se evidenció un cambio significativo, sin embargo, teniendo en cuenta la Resolución No. 2115 artículo 4° el pH es aceptable para el consumo humano porque los valores adecuados se encuentran entre 6,5 y 9,0 unidades; en este caso el método que puede ser usado para remediar los valores que están por encima es la desinfección.

Los valores de pH que se determinaron, son recomendables para realizar el proceso de desinfección en este tipo de acueductos, porque no existe un tratamiento convencional que modifique posterior a la captación el valor para este parámetro. Según la literatura, el mejor rango de pH para la cloración está entre 5.4-7.5 unidades y garantiza la formación de la mejor especie para desinfectar el ácido hipocloroso (HOCl).

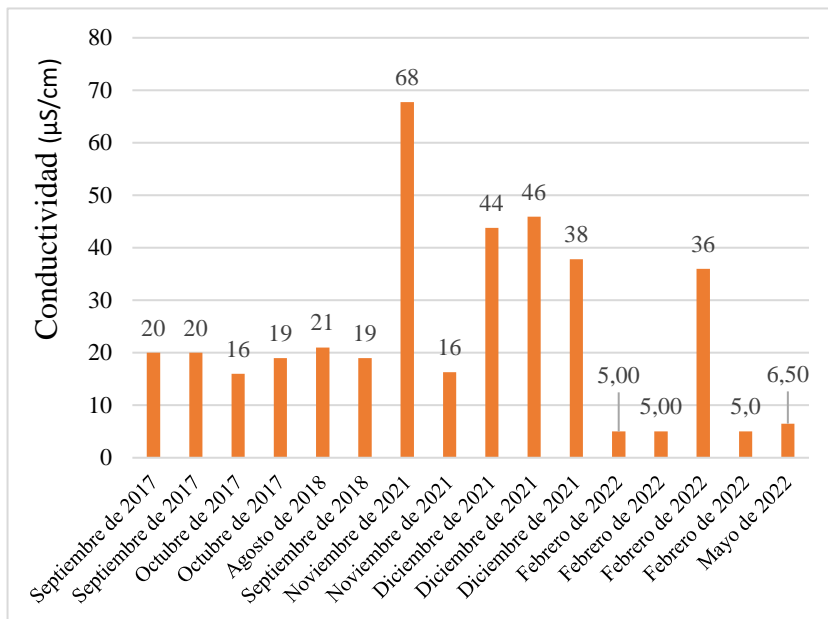
Figura 12.

Resultados de color Olarte



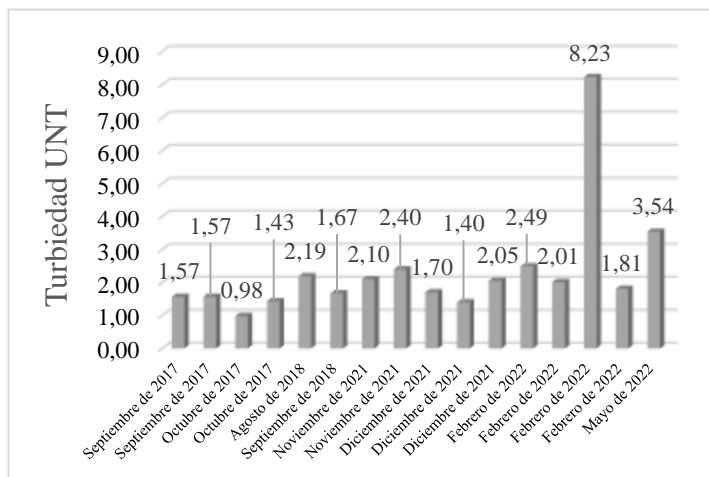
Nota: Elaboración propia y Acueducto Asoaguas Claras Olarte

De acuerdo a la resolución 2115 de 2007 artículo 2 el parámetro correspondiente al color aparente UPC cumple satisfactoriamente a excepción de la fecha de septiembre de 2017 (19) este valor se encuentra por encima teniendo en cuenta lo establecido por la ley.

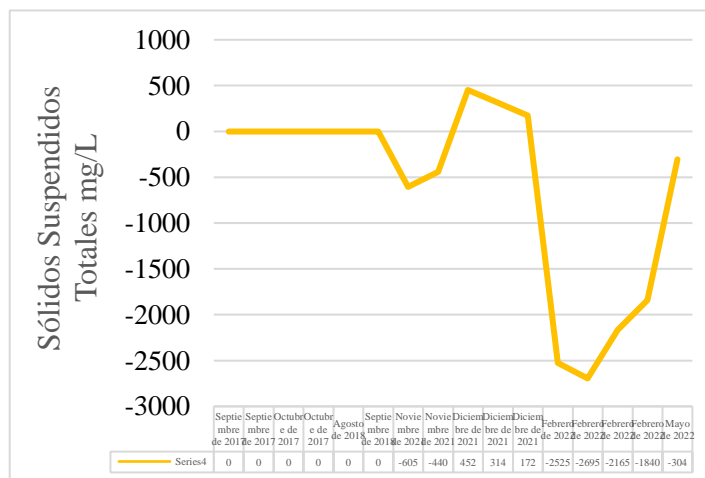
Figura 13.*Resultados de conductividad (Olarte)*

Nota: Elaboración propia y Acueducto Asoaguas Claras Olarte

La conductividad se encuentra acorde a lo establecido por la normatividad, no obstante es posible evidenciar cambios constantes en los resultados algunos llegan a superar el 50% y de acuerdo a la resolución 2115 de 2007 artículo No 3 esto puede relacionarse a cambios dudosos en la cantidad de sólidos disueltos, es importante que las autoridades sanitarias y ambientales lleven a cabo una investigación para identificar la procedencia de los sólidos disueltos.

Figura 14.*Resultados de turbiedad (Olarte)***Nota:** Acueducto Asoaguas Claras y Elaboración Propia

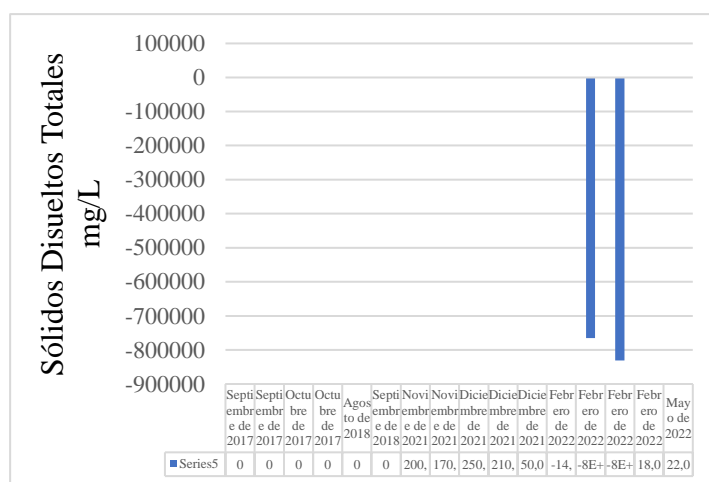
El recurso hídrico de la bocatoma presenta altos índices de turbidez en agosto de 2018 (2,19 UNT), noviembre de 2021 (2,10 UNT – 2,40 UNT), febrero de 2022 (2,49 UNT – 20,1 UNT – 8,23 UNT) y marzo de 2022 (3,54 UNT), las demás mediciones que fueron realizadas en la bocatoma si están acorde al nivel máximo permisible por la resolución 2115 de 2007 artículo No. 2

Figura 15.*Resultados SST (Olarte)***Nota:** Acueducto Asoaguas Claras y Elaboración Propia

Los valores correspondientes a los sólidos suspendidos totales permiten establecer que los resultados son inaceptables, según estudios realizados los niveles muy altos de sólidos disueltos totales pueden ocasionar altas tasas de mortalidad, sin embargo, no ha sido posible identificar una enfermedad que se origine directamente por el consumo de estos sólidos. (Sólidos disueltos totales, 2021)

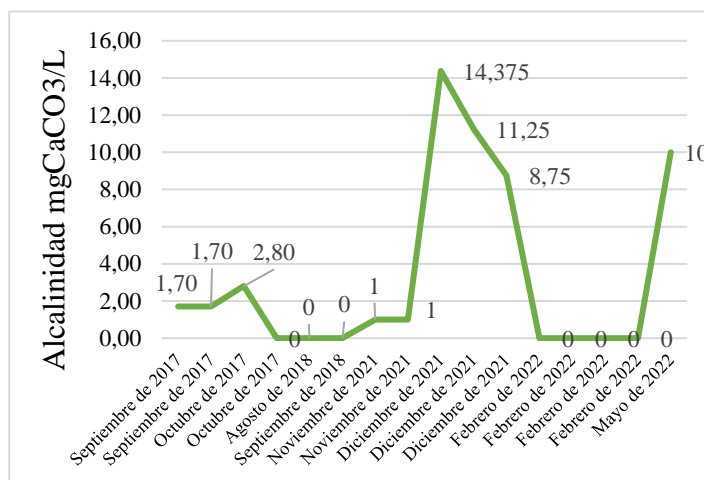
Figura 16.

Resultados de SDT (Olarte)



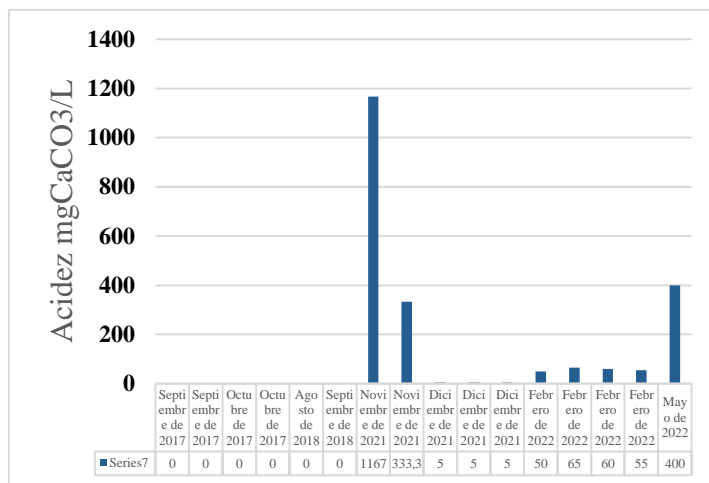
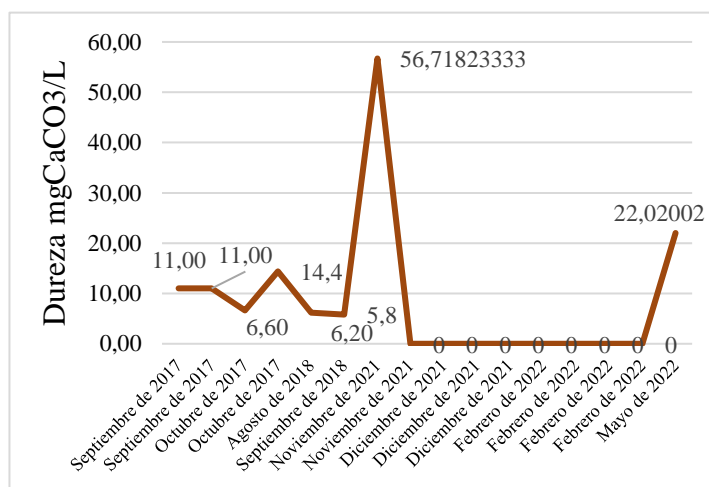
Nota: Acueducto Asoaguas Claras Olarte y Elaboración Propia

Los sólidos disueltos totales demuestran reacciones extrañas, lo que quiere decir que existe la posibilidad de que se estén realizando vertimientos inadecuados en la fuente de abastecimiento (Quebrada Piedra Gorda).

Figura 17.*Resultados Alcalinidad (Olarte)*

Nota: Acueducto Asoaguas Claras Olarte y Elaboración Propia

La alcalinidad perteneciente a la Quebrada Piedra Gorda presenta un intervalo bajo, esto quiere decir que existen posibilidades de que el agua sea corrosiva, sin embargo, este escenario se presentaría en un caso en el que el ph sea menor que 7, por lo cual es posible identificar que este parámetro no cuenta con los valores ideales, los cuales deben ser de 100 a 200 mg/L CaCO₃-, en este caso el parámetro sería ideal y no tendría efectos. (¿Por qué medir la alcalinidad en el agua potable?, 2020)

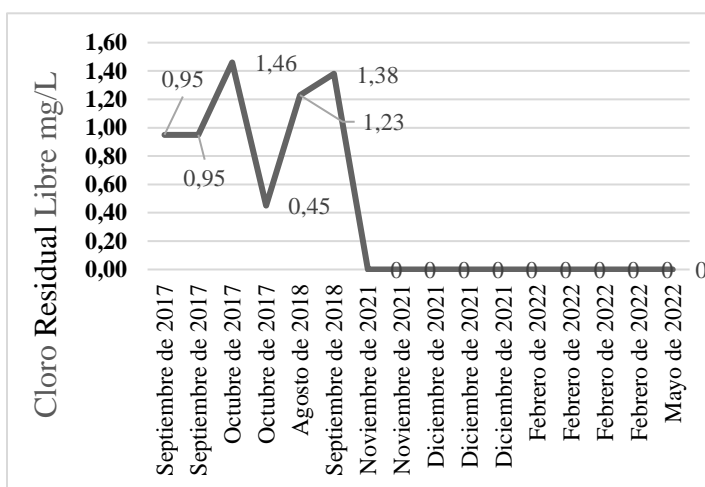
Figura 18.*Resultados de Acidez (Olarte)***Nota:** Acueducto Asoaguas Claras Olarte y Elaboración**Figura 19.***Resultados de dureza (Olarte)***Nota:** Acueducto Asoaguas Claras Olarte y Elaboración Propia

Teniendo en cuenta los valores obtenidos para este parámetro es posible afirmar que en este caso el agua se puede considerar muy blanda, sin embargo, aunque técnicamente la dureza

no ocasiona alteraciones considerables en el organismo, en este caso no es una ventaja contar con agua muy blanda, debido que la dureza del agua puede prevenir enfermedades cardiovasculares y además sirve para la calcificación de los huesos. (Dureza del agua, s.f.)

Figura 20.

Cloro residual libre (Olarte)

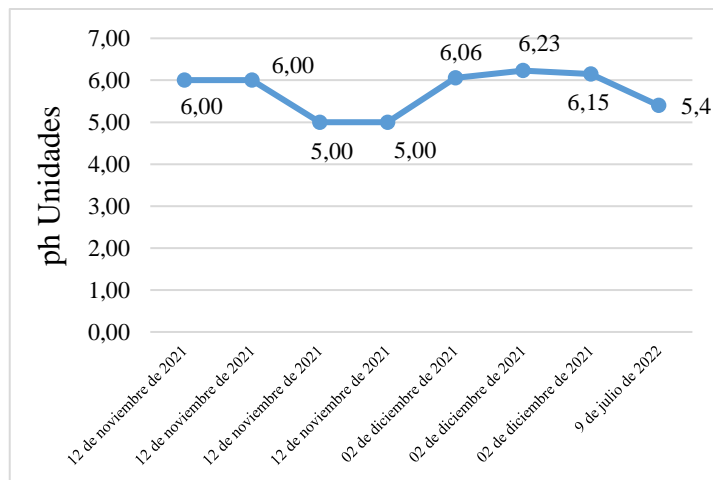


Nota: Acueducto Asoaguas Claras Olarte y Elaboración Propia.

La clarificación del agua no representa ningún riesgo para la salud humana este parámetro es aceptable considerando que de acuerdo a la resolución 2115 de 2007 el puntaje de riesgo del cloro residual libre tiene un valor de 15.

Figura 21.

Resultados de pH in-situ (Olarte)



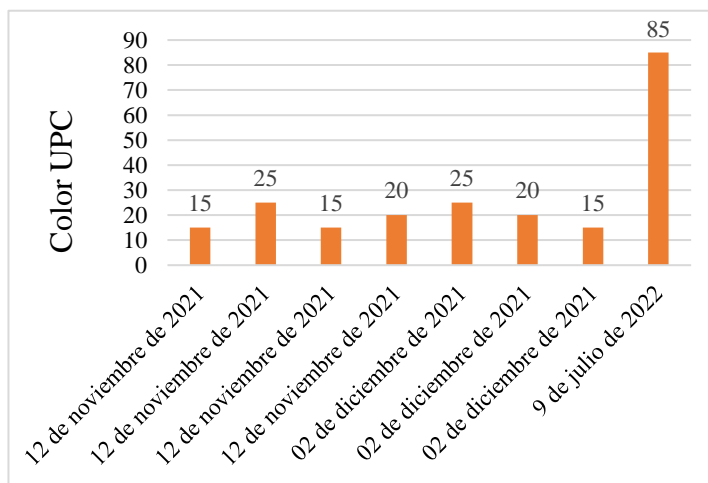
Nota: Acueducto Asoaguas Claras Olarte y Elaboración Propia.

En la Bocatoma Quebrada Piedra Gorda fue posible realizar la medición de parámetros de manera in – situ, a continuación, será posible observar los resultados que fueron obtenidos durante las visitas realizadas en el punto de captación.

El pH cumple con las condiciones características relacionadas a este parámetro, los resultados se demuestran constantes por lo que en este caso solo se deben realizar tratamientos básicos como la desinfección.

Figura 22.

Resultados de color UPC (Olarte)

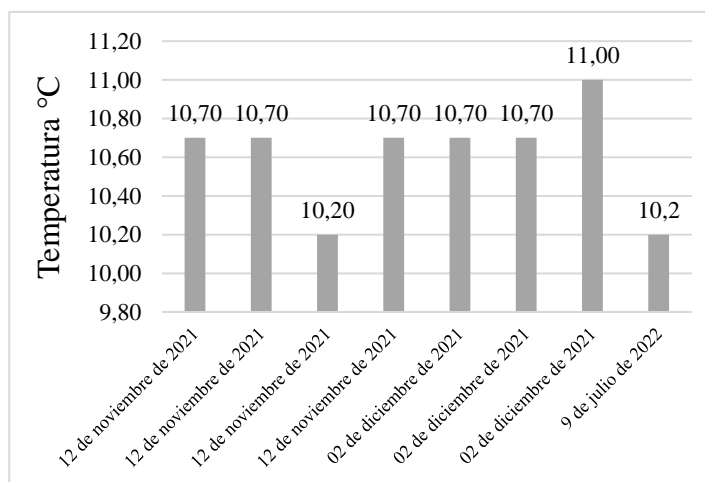


Nota: Acueducto Asoaguas Claras Olarte y Elaboración Propia

El Color aparente es aceptable teniendo en cuenta la normatividad establecida por la resolución 2115 de 2007 artículo, este parámetro cumple con las características establecidas por la ley.

Figura 23.

Resultados de temperatura (Olarte)

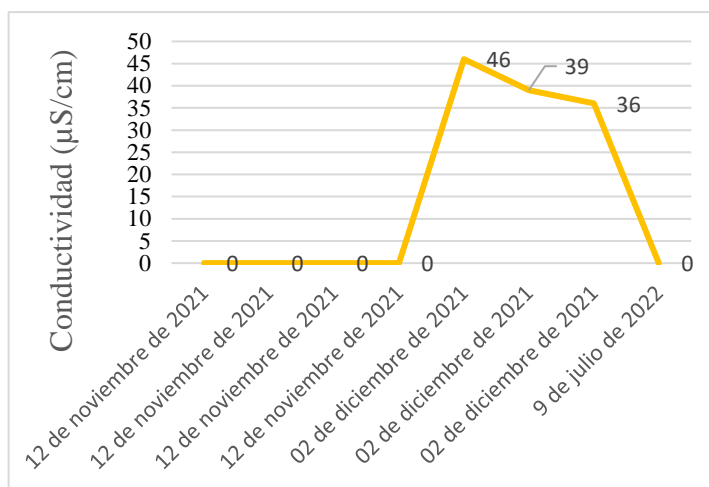


Nota: Elaboración Propia

La temperatura mantiene un comportamiento constante y es equivalente a la temperatura que se presenta en la vereda Olarte perteneciente a la Localidad de Usme.

Figura 24.

Resultados de conductividad (Olarte)

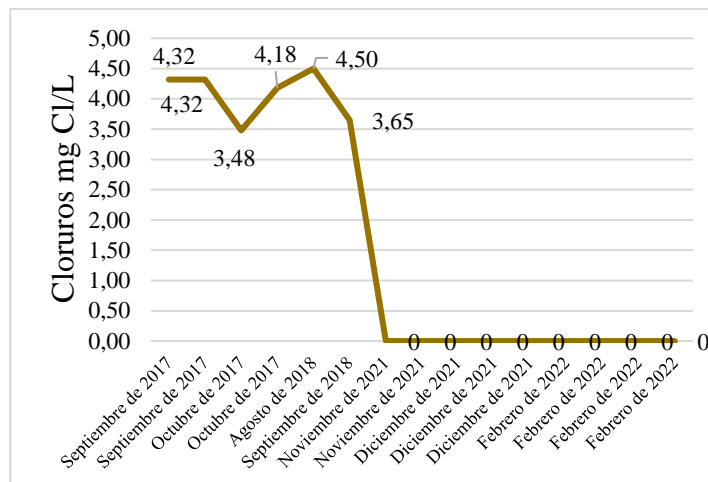


Nota: Acueducto Asoaguas Claras Olarte.

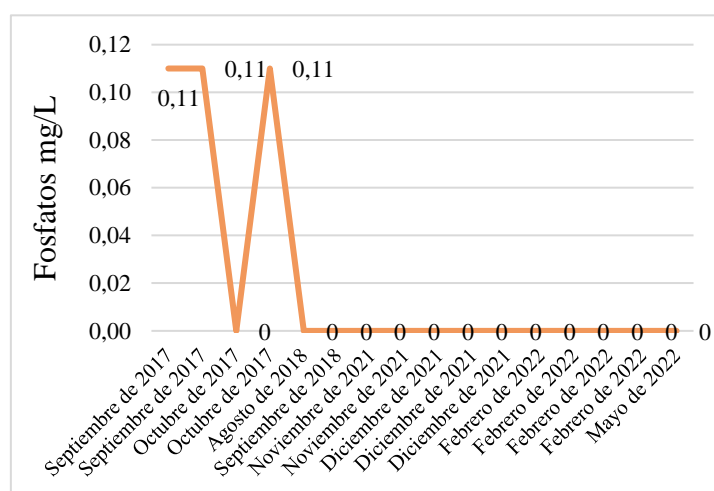
El parámetro de conductividad es aceptable de acuerdo a la normatividad establecida, así mismo no se evidencian cambios bruscos en los resultados, siendo posible evidenciar una constancia.

La medición realizada permite evidenciar un comportamiento adecuado, esto quiere decir que no se considera la posibilidad de que existan vertimientos inadecuados.

En cuanto a parámetros microbiológicos no se evidencio la presencia de coliformes totales o de bacterias como por ejemplo Escherichia coli.

Figura 25.*Resultados de cloruros***Nota:** Acueducto Asoaguas Claras Olarte.

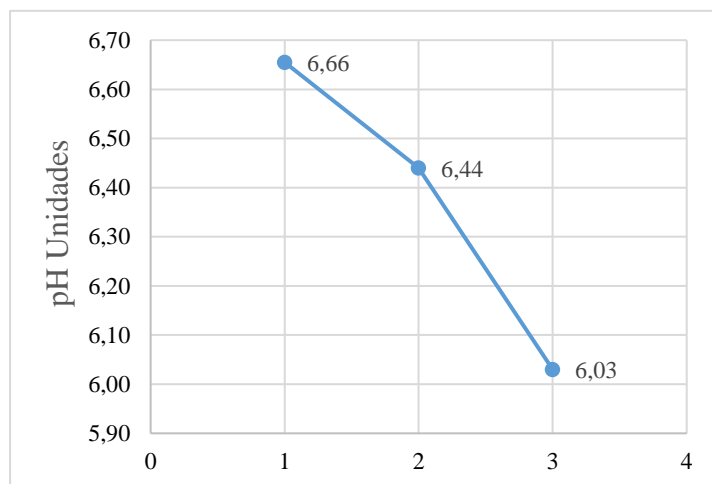
Teniendo en cuenta la resolución 2115 de 2007 el comportamiento de los cloruros se encuentra acorde a la normatividad establecida.

Figura 26.*Resultados de fosfatos (Olarte)***Nota:** Acueducto Asoaguas Claras

Es posible decir que de acuerdo a la resolución 2115 de 2007 el parámetro relacionado con los fosfatos se encuentra por encima del nivel máximo permisible, dado a que el valor ideal para este parámetro es de 0,5.

Figura 27.

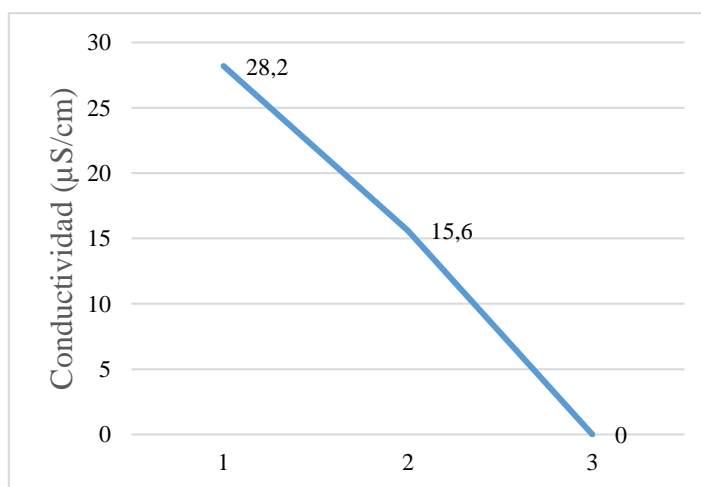
Resultados de pH (El Destino)



Nota: Elaboración Propia y Acueducto veredal El Destino

Figura 28.

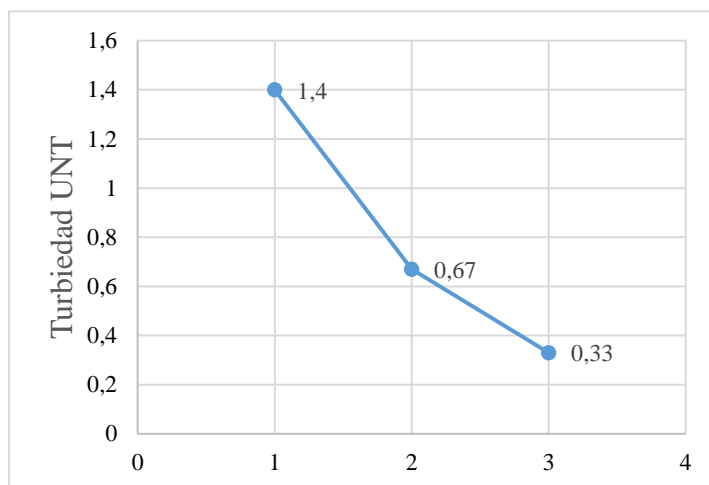
Resultados de conductividad (El Destino)



Nota: Elaboración Propia y Acueducto veredal El Destino

Figura 29.

Resultados de turbiedad (El Destino)

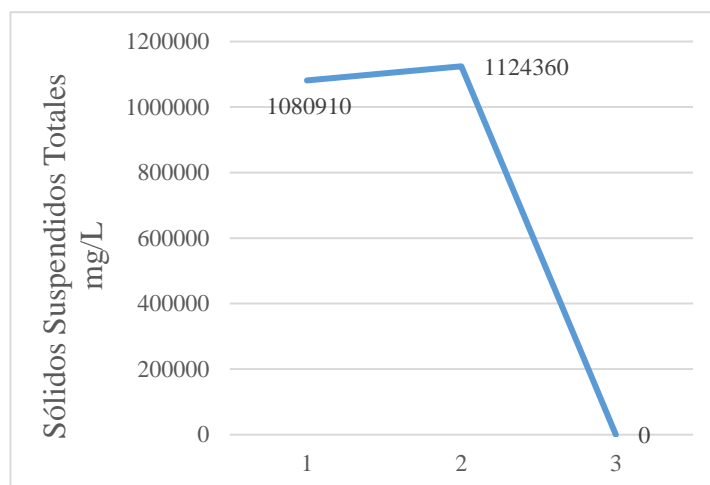
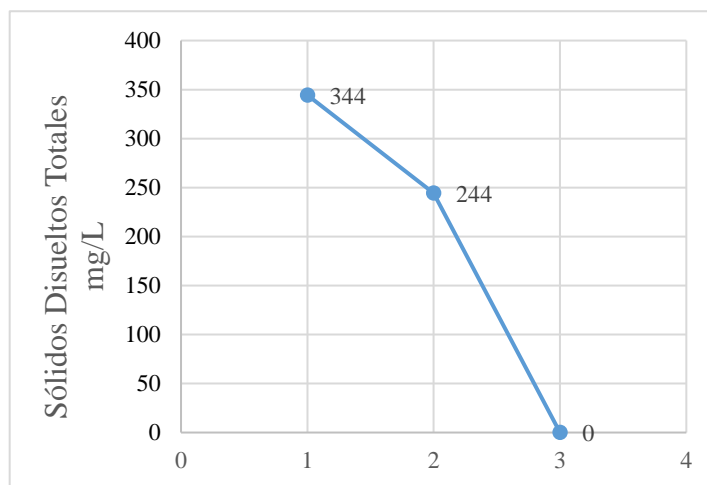


Nota: Elaboración Propia

El pH demuestra un comportamiento adecuado y este se encuentra entre los estándares admisibles por la normatividad establecida.

Es posible decir que la conductividad correspondiente a la fuente de abastecimiento cumple satisfactoriamente con lo limitado por la normatividad, haciendo que este parámetro no represente un riesgo para la salud humana.

La turbiedad no sobrepasa el límite permisible por la normatividad, no obstante, durante las salidas de campo que fueron realizadas por las estudiantes fue posible evidenciar que algunas de las características geográficas de la zona ocasionan turbiedad en el agua que se encuentra localizada en la zona de captación. Los sólidos suspendidos totales están acorde a la normatividad establecida.

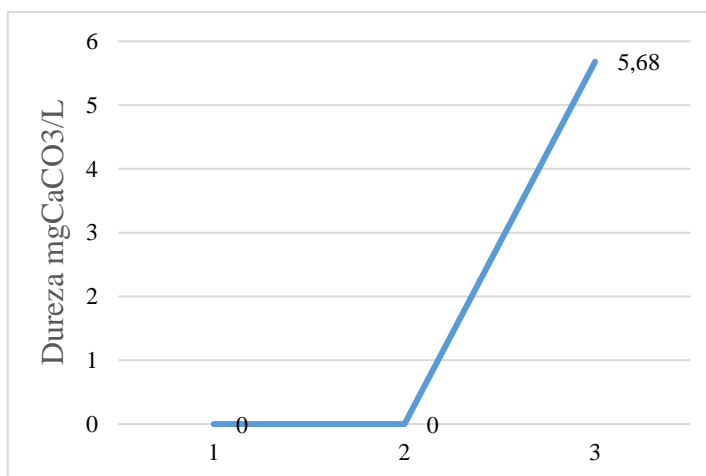
Figura 30.*Resultados de SST (El Destino)***Nota:** Elaboración Propia**Figura 31.***Resultados de SDT (El Destino)***Nota:** Elaboración Propia y Acueducto veredal El Destino Usme

Se evidencia que el parámetro relacionado con los sólidos disueltos totales están por encima de <160 mg/l, por lo que se evidencia que es no aceptable. El resultado (1,61) está acorde

con la normatividad, sin embargo, los valores de (2500) se encuentran por encima de lo establecido por la ley.

Figura 32.

Resultados de dureza (El Destino)



Nota: Acueducto Asoaguas Claras Olarte

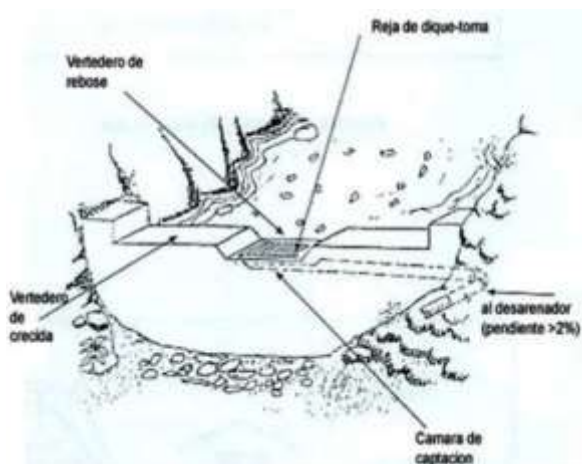
La dureza de la fuente de abastecimiento se encuentra muy por debajo del valor admisible el cual es 160 mg/l CaCO₃, esto significa que el agua es muy blanda y al igual que el agua dura también puede presentar afectaciones en la salud de los pobladores. El cloro es adecuado, lo que evidencia que se le está brindando la clarificación correcta al recurso hídrico, sin embargo, es importante recordar que el cloro en demasiadas cantidades puede afectar las condiciones características del agua y por ende puede ocasionar alteraciones en el organismo humano.

El Acueducto Veredal El Destino no evidenció la presencia de coliformes totales o *Escherichia coli*. En las Bocatoma de los acueductos Olarte y Destino ubicados en la Quebrada Piedra Gorda se realizaron mediciones de parámetros de manera in – situ, los cuales arrojaron resultados que permitieron visualizar las condiciones actuales de la quebrada.

Descripción de los Sistemas de Captación de Acueductos. El acueducto Asoaguas Claras Olarte ubicado en la Localidad de Usme cuenta con un sistema de captación denominado toma en dique (*ver figura 33*), el cual presenta rasgos característicos de construcción como lo es el caso del dique cuya función es represar el agua del río; por otro lado se encuentra los muros laterales que permiten un encauce a la rejilla para proteger los taludes, el ancho puede variar de acuerdo a la firmeza de la estructura; el vertedero es una abertura que permite el paso del agua; la rejilla se encuentra ubicada sobre un canal de aducción ; el canal de aducción toma el agua por la rejilla para que esta sea depositada en el desarenador, finalmente la cámara de captación es una estructura que se presenta de manera rectangular o cuadrada en muros de concreto como se observa en la figura 34. (Paniagua y Báez, 2011)

Figura 33.

Sistema de captación toma en dique



Nota: Captación bajo el sistema de toma de dique.

Tomada de (Paniagua y Báez, 2011)

Figura 34.

Estructura de captación

Quebrada Piedras Gordas



Nota: Construcción de toma en dique correspondiente sistema de captación del acueducto Asoaguas Claras Olarte. Elaboración Propia.

En la microcuenca hídrica se encuentra ubicado el sistema de captación para el abastecimiento de la población, en donde la reja de dique – toma (*ver figura 37*) se une con la tubería matriz de alimentación (*ver figura 38*) que va en adhesión a los tanques desarenadores (*ver figura 39*), allí empieza el primer tratamiento del agua, en donde este recurso hídrico se dirige hacia la cámara reguladora del caudal; la caneca dosificadora de cloro realiza el primer proceso de coagulación del agua, posteriormente el agua se dirige hacia el tanque de potabilización del acueducto. (Corantioquiaoficial, 2016)

Figura 35.

Área de estudio de la investigación



Nota: Vereda Olarte localizada en la Localidad de Usme. Elaboración Propia.

Figura 36.

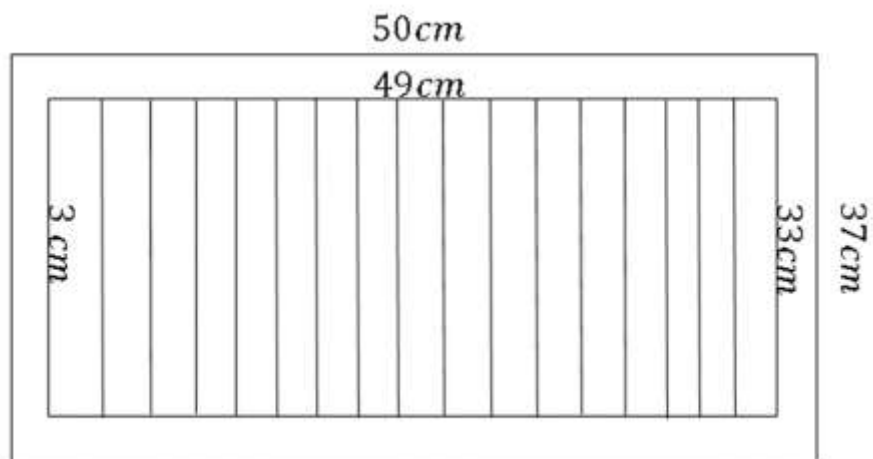
Mediciones realizadas en el punto de captación



Nota: Medición de toma laterales. Elaboración Propia.

Figura 37.

Reja dique - toma



Nota: Reja sumergizante utilizada para la captación de agua para el consumo humano.

Elaboración Propia.

Figura 38.

Tubería matriz de alimentación - El Destino



Nota: Tubería matriz de alimentación va unida con la reja sumergizante. Elaboración Propia.

Figura 39.

Tanques desarenadores



Nota: Los tanques desarenadores se encuentran junto a la matriz de alimentación. Elaboración Propia.

Problemáticas Ambientales Identificadas en los Puntos de Captación.

Vertimiento de la Truchera. La zona rural de la Localidad de Usme es reconocida por tener cultivos de truchas en los ríos, se observa represas destinadas para este cultivo como se observar en la figura 39, sin embargo, actualmente esta actividad que se realizan agua arriba de la bocatoma del acueducto el Olarte, no cuentan con un tratamiento adecuado para sus vertimientos, lo que puede llegar a generar riesgos a la calidad del agua, alterando sus características fisicoquímicas y microbiológicas, poniendo en riesgo el agua de los puntos de captación de las bocatomas.

Figura 40.

Represas para cultivos de truchas



Nota: Lugar destinado para llevar a cabo el cultivo de truchas. Elaboración Propia.

Actividades de Pastoreo. La fuente de abastecimiento se ubica cerca a zonas de pastoreo (ver figura 40), por lo cual es posible evidenciar la presencia de ganado, cabe aclarar que estas actividades no se mantienen siempre en el mismo lugar, no obstante, aunque sean actividades solo de paso ha sido posible identificar la existencia de alteraciones fisicoquímicas y microbiológicas en la calidad de agua dado a que se han encontrado coliformes fecales en el recurso hídrico.

Figura 41.

Áreas de pastoreo en la vereda El Destino



Nota: Zona utilizada para llevar a cabo las actividades de pastoreo. Elaboración Propia.

Actividades Agrícolas. Alrededor de la quebrada los terrenos son privados y no controlados por la CAR o entes reguladores ambientales, lo que permite que el campesinado perteneciente a la Localidad de Usme se dedica a las actividades agrícolas principalmente lo relacionado a cultivos de papa y cebolla muy cerca de la ronda hídrica de la quebrada (*ver figura 41*).

Figura 42.

Área de cultivos vereda Olarte



Nota: Tierras destinadas para la siembra de cultivos (cultivos de papa). Elaboración Propia

Figura 43.

Cultivos expandidos sobre la ronda hídrica de la Quebrada Piedras Gordas



Nota: Tierras destinadas para la siembra de cultivos (cultivos de papa). Elaboración Propia.

Riesgos ambientales. Otro de los riesgos que se pueden evidenciar en los procesos de captación de agua, son las condiciones climáticas que pueden llegar afectar aguas arriba de las bocatomas, como se observa en la (*figura 43*), durante el primer semestre del año 2022, se generó un deslizamiento de tierra, la cual afectó la Bocatoma del acueducto el Destino.

Figura 44.

Deslizamiento de tierra aguas arriba bocatoma El destino



Nota: Elaboración Propia.

Usos potenciales de la fuente de abastecimiento. La Quebrada Piedras Gordas es un ecosistema que presenta diversas características en su vegetación, lo que puede ayudar a los habitantes que se benefician de sus virtudes, no obstante, ante el rápido crecimiento poblacional que se ha evidenciado tanto en las veredas El Destino y Olarte como en la comunidad rural de la Localidad de Usme en general, existen algunos usos potenciales que pueden ser realizados en la fuente de abastecimiento, como por ejemplo el ecoturismo recreacional y la deforestación, además puede darse la creación de empresas e industrias relacionadas a las actividades piscícolas.

Análisis de los riesgos potenciales en el área de estudio. Las situaciones de riesgos que se presentan en la captación de captación de agua cruda en los acueductos El Destino y Olarte, pueden poner en riesgo la prestación del servicio para las futuras generaciones que habiten en las zonas objeto de estudio. Cuando construyeron los acueductos, su tamaño era acorde para la población que se iba a favorecer, a la fecha la sobrepoblación en las veredas hace que el acueducto no pueda cubrir el servicio de consumo de agua, lo que exige un aumento en la captación. Adicional las actividades antrópicas generadas por la ganadería, agricultura, la deforestación, los cultivos de trucha, entre otros, modifican las condiciones ambientales del entorno de la Quebrada Piedra Gorda, lo que quiere decir que en un futuro no muy lejano el caudal se verá afectado, ocasionando cambios en la captación del agua.

Tabla 7

Peligros y eventos peligrosos que suponen una amenaza para la calidad y disponibilidad de agua cruda para los acueductos El Destino y Olarte en La Localidad de Usme

Evento	Probabilidad	Consecuencia	Nivel de riesgo
Aludes de tierra	Muy Baja	Menor	2
Aumento de sólidos totales	Baja	Mínima	2
Cultivo de truchas	Media	Moderada	12
Disminución de suscriptores	Media	Mayor	24
Ganadería y agricultura	Alta	Moderada	16
Deforestación	Alta	Mayor	32
Racionamiento	Alta	Mayor	32
Sobrepoblación	Alta	Máxima	64

Turbidez	Alta	Mayor	32
----------	------	-------	----

Fuente: Elaboración Propia y Excel Hecho Fácil, 2021

Plan de Acción para la Reducción de Riesgos Identificados en las Áreas de Estudio

Los diferentes riesgos que se pueden presentar en la captación de agua para consumo humano por parte de los acueductos, no son un tema fácil de controlar, sin embargo, se proponen algunas acciones que pueden contribuir en la conservación hídrica.

Tabla 8

Plan con acciones preventivas y correctivas para reducir eventos que puedan comprometer la calidad del suministro

PLAN DE ACCIÓN PARA LOS ACUEDUCTOS AGUAS CLARAS EL OLARTE Y EL DESTINO LOCALIDAD DE USME			
ACCIÓN	RESULTADOS ESPERADOS	RESPONSABLE DE LA ACTIVIDAD	¿CUÁNDO?
	Acciones de mejoramiento	Responsable(s) de la acción	Fecha definida
Reforestación en la ronda hídrica con plantas nativas	Conservación de la fuente hídrica, priorizando las generaciones presente y futuras que hacen uso de ella en su diario vivir.	*CAR *Administrador del acueducto *Comunidad de las veredas	Conforme a compromisos adquiridos
Realizar seguimiento a las inspecciones, vigilancia y control que realizan autoridades competentes a la cuenca	Conocer el estado real de la cuenca que abastece los acueductos de las	*Entidades competentes *Administrador del acueducto	Conforme a compromisos adquiridos

hídrica, permitiendo garantizar su conservación.	veredas el destino y Olarte.		
Delimitación de la Ronda Hídrica, implementando la normatividad vigente con respecto a la conservación de fuentes hídricas.	Las entidades competentes ejerzan su función en áreas de conservación.	*Entidades competentes	Conforme a compromisos adquiridos
Estudio de pre factibilidad con los empresarios de las piscícolas, analizando la reubicación de las mismas.	Conservación de las áreas protegidas y cumplimiento de la normatividad.	*Entidades competentes	Conforme a compromisos adquiridos
Los acueductos garanticen el 100% la potabilización del agua cruda antes de ser suministrada a la comunidad	Agua apta para el consumo de las personas que se abastecen del servicio.	*Administrador del acueducto	Conforme a compromisos adquiridos
Gestionar con las entidades competentes insumos para el reusó y recolección de aguas lluvias	Implementar en las dos veredas buenas prácticas en el manejo y reusó de aguas lluvias	*Administrador del acueducto *Comunidad de las veredas	Conforme a compromisos adquiridos
Monitoreos al caudal de la quebrada	Conocer el comportamiento de los caudales del de la quebrada en	*Administrador del acueducto	*Administrador del acueducto

tiempo de verano e
invierno

Fuente: Elaboración Propia.

El presente plan de manejo ambiental busca reducir los riesgos a los que se encuentra expuesto el suministro por los diferentes eventos que generalmente son característicos de las veredas correspondientes al Olarte y El Destino ubicadas en la Localidad de Usme.

Socialización al personal operativo del acueducto

Una vez finalizado el proyecto se realizó una reunión con los operarios y representantes legales de los acueductos, esta se llevó a cabo en el salón comunal, se expusieron los resultados obtenidos, también se les dio a conocer el plan de acción para que ellos tengan la oportunidad de implementarlo y así puedan mejorar el proceso que llevan con los acueductos pertenecientes a las veredas El Destino y Olarte.

Figura 45.

Exposición de los resultados obtenidos durante la ejecución del proyecto



Nota: Elaboración Propia

Conclusiones

La Quebrada Piedras Gordas representa gran importancia para las veredas El Destino y Olarte, debido a que es su fuente de abastecimiento de agua cruda y gracias a ella los pobladores pueden llevar a cabo sus actividades.

La matriz de riesgos es una herramienta muy útil para la identificación de eventos que pueden poner en riesgo la seguridad de la captación de agua cruda; mediante calificaciones cualitativas es posible evidenciar el estado en el que se encuentra la situación actual de los acueductos veredales.

Es necesario tomar medidas para mejorar las condiciones en las que se están llevando a cabo los procesos de captación de agua cruda para que los pobladores puedan contar con un servicio de calidad.

Recomendaciones

Es importante contar con profesionales del área de saneamiento básico o ambiental, para que de esta manera los encargados de los acueductos puedan contar con una asesoría frente a aspectos importantes en cuanto a la distribución del agua.

Las actividades antrópicas representan altos riesgos en la naturaleza por esta razón es necesario que las autoridades competentes se encarguen de delimitar espacios en donde los pobladores puedan llevar a cabo sus actividades sin ocasionar alteraciones ecosistémicas.

Entidades como la CAR deben realizar visitas en los acueductos veredales de una manera más contante para tener brindar soluciones frente a las problemáticas que se estén presentando en los acueductos.

Referencias

Angulo, F.M., Lozano, C.A., Menzalde, S.O. (2012). *Calidad del Agua*.

https://repositorio.sena.edu.co/sitios/calidad_del_agua/index.html#

Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP). (s.f). *Clasificación de los Peligros*

[Figura]. Paho. <https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2017/food-safety-hacpp-cha-analisis-peligros-puntos-criticos-control.pdf>

Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP). (s.f). *Modelo Bidimensional de Evaluación de Riesgo a la Salud* [Figura]. Paho.

<https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2017/food-safety-hacpp-cha-analisis-peligros-puntos-criticos-control.pdf>

Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP). (s.f). Paho.

<https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2017/food-safety-hacpp-cha-analisis-peligros-puntos-criticos-control.pdf>

Bartram J, Corrales L, Davison A, Deere D, Drury D, Gordon B, Howard G, Rinehold A, Stevens M. (2009). *Manual para el Desarrollo de Planes de Seguridad del Agua: Metodología Pormenorizada de Gestión de Riesgos para Proveedores de Agua de Consumo*. Organización Mundial de la Salud.

http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/75142/9789243562636_spa.pdf;jsessionid=A25D6B572C14D667652D8180B65C49CB?sequence=1

Bastidas, S., García, M. (s.f.). *La Gestión Comunitaria en Proyectos de Abastecimiento Como Base de Sostenibilidad y de Construcción de Tejido Social*. Ecominga.

http://www.ecominga.uqam.ca/PDF/BIBLIOGRAPHIE/GUIDE_LECTURE_4/9/4.Bastidas_y_Garcia%20.pdf

Bruni, M., Spuhler, D. (2020). *Cámara de captación de manantiales* [Figura].

<https://sswm.info/es/gass-perspective-es/tecnologias-de/tecnologias-de-abastecimiento-de-agua/captacion/c%C3%A1mara-de-captaci%C3%B3n-de-manantiales>

Corantioquiaoficial. (2016, 29 de julio). *Concesiones de aguas en acueductos veredales* [video].

<https://www.youtube.com/watch?v=IQfMdUvMc1o>

Corcho, R.F., Duque, S.J. (2005). *Acueductos Teoría y Diseño*. Google Books.

<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=194g9lx5vpcC&oi=fnd&pg=PR23&dq=to+ma+sumergida+parametros+de+dise%C3%B1o&ots=Gua69SE34m&sig=e-XDFEhlaHMaoF9xSDIu-kWnYZO#v=onepage&q&f=false>

Conexión y Reparación de Tubería. (s.f.). <https://www.hermeticassf.com/abrazadera-para-tuberias-soluciones/>

Clima y Previsión Meteorológica Mensual Usme, Colombia. (s.f.). <https://www.weather-atlas.com/es/colombia/usme-clima#rainfall>

Criterios y Lineamientos Técnicos para Factibilidades. Sistemas de Agua Potable. (2014).

https://www.siapa.gob.mx/sites/default/files/capitulo_2._sistemas_de_agua_potable-1a._parte.pdf

Cruz, R. J., Cruz, R.J. (2022). *Evaluación del Desempeño Técnico Operativo del Proceso de Potabilización del Acueducto El Destino en la Localidad de Usme*. Repositorio UNAD.

<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/50395/Jmcruzro.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Damasio, B.S. (2021). *Causas y Consecuencias de las Pérdidas en los Sistemas de Suministro de Agua*. <https://www.novus.com.br/blog/causas-y-consecuencias-de-las-perdidas-en-los-sistemas-de-suministro-de-agua/?lang=es>

Decreto 475 de 1998 [con fuerza de ley]. Por el cual se expiden normas técnicas de calidad del agua potable. 16 de marzo de 1998. D.O. 43.259

Decreto 1594 de 1984 [con fuerza de ley]. Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 09 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI – Parte III – Libro II y el Título III de la Parte III Libro I del Decreto 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos. 26 de junio de 1984. D.O. 36700.

Decreto 1575 de 2007 [con fuerza de ley]. Por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano. 9 de mayo de 2007. D.O. No. 46623

Decreto 1076 de 2015 [con fuerza de ley]. Esta versión incorpora las modificaciones introducidas al Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible a partir de la fecha de su expedición. 26 de mayo de 2015. D.O.

Dureza del Agua. (s.f.). <https://www.aiguesmataro.com/es/dureza-del-agua>

Espitia, E. (2018). *Bosques de Polylepis (Rosaceae): Biodiversidad, Distribución y Vulnerabilidad en la Cordillera Oriental de Colombia* [maestría en Ingeniería Ambiental, Universidad de los Andes]. Repositorio Institucional UNIANDES. <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/44306/u827061.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Excel Hecho Fácil. (2021, 20 de septiembre). *Cómo Hacer una Matriz de Riesgos Dinámica e Interactiva en Excel* [video]. Youtube.

<https://www.youtube.com/watch?v=PWW8SfVWxw0>

Fernández, D.P. (2013). *Mapa de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano*.

<https://es.scribd.com/document/422006713/Mapa-Riesgo-Aguas-Claras-Olarte>

Feria, Y.L., Rodríguez, O.J. (2022). *Evaluación al Desempeño del Proceso de Potabilización del Acueducto Olarte en la Localidad de Usme* [tesis de pregrado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia]. Repositorio Institucional UNAD.

<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/50394/lferiay.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Flores, J. (2020). *Análisis de Riesgo y Vulnerabilidad en la Captación superficial de Agua 2019 – 2020, en el Sector de Murmuntani del Distrito de Ajoyani – Provincia de carabaya – Puno* [tesis de pregrado, Universidad Nacional del Altiplano]. Repositorio Institucional

UNAP. http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/14297/Flores_Cahuana_Joseph_Eddy.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Formulación del Plan de Manejo Ambiental de las Quebradas el Curo y Balcones Abastecedoras del Acueducto Urbano del Municipio de Gama. (2011).

file:///D:/Familia/Desktop/Escritorio/Proyecto%20Aplicado/PMA_Gama.pdf

Guacaneme, J. (s.f). *Tipos de Captaciones*.

<https://es.calameo.com/books/005596311de10d008595a>

Guía Ambiental para Sistemas de Acueducto. (s.f).

<http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/005574/cartillas/sistemasacueducto/Sistemasacueducto2.pdf>

Gutiérrez, Y. (2016). *Estrategias socio ambientales con criterios bioéticos para la sostenibilidad del recurso hídrico en la Localidad de Usme – Bogotá D.C.* udistrital.

<https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/3340/GutierrezLopezYennyLeidy2016.pdf?sequence=1>

- Hernández, L. (2012). *Evaluación del Riesgo para la Salud en una Población de la Zona Rural de Bogotá D.C por la presencia de Metales en Aguas de Consumo*. [tesis pregrado, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio Institucional UNAL.
<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/11510/02300208.2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ley 1523 de 2012. Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones. 24 de abril de 2012. D.O. No 48411.
- Londoño, O. (s.f). *Caracterización de Parámetros Microbiológicos y Físicoquímicos del Sistema para Producir Agua Desionizada Tipo II, en una Industria Cosmética*. Universidad Militar.
<https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/10961/CARACTERI...pdf;jsessionid=7B7824811E687A237760D7AD980288CE?sequence=1>
- Lozano, W., Lozano, G. (2015). *Potabilización del Agua: Principios de Diseño, Control de Procesos y Laboratorio*. Ebscohost. <https://eds-p-ebSCOhost-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/eds/ebookviewer/ebook/bmx1YmtfXzE1OTMzNzVfX0FO0?sid=7194abf4-6178-4da8-b940-9c58e7f47a70@redis&vid=1&format=EK&rid=8>
- Manson, R. (2004). *Los Servicios Hidrológicos y la Conservación de los Bosques de México*. Redalyc. <https://www.uv.mx/personal/tcarmona/files/2010/08/Manson-2004.pdf>
- Marcó, L., Azario, R., Metzler, C., García, M. (2004). *La Turbidez como Indicador Básico de Calidad de Aguas Potabilizadas a partir de Fuentes Superficiales. Propuestas a Propósito del Estudio del Sistema de Potabilización y Distribución en la Ciudad de Concepción del Uruguay (Entre Ríos, Argentina)*.

[https://saludpublica.ugr.es/sites/dpto/spublica/public/inline-files/bc510156890491c_Hig.Sanid_Ambient.4.72-82\(2004\).pdf](https://saludpublica.ugr.es/sites/dpto/spublica/public/inline-files/bc510156890491c_Hig.Sanid_Ambient.4.72-82(2004).pdf)

Medina, E., Sánchez, G. (2018). *Trabajo Colaborativo en el Diagnostico y Alternativas de Manejos en Suelos de Usme*. <https://es.slideshare.net/olam17/trabajo-colaborativo-diagnostico-y-alternativas-de-manejo-suelo-de-usme>

Meneses. L.F. (2020, 23 de abril). 16. *Videoconferencia S5: Gestión de acciones correctivas, preventivas y de mejora del Sg-SST* [video]. Youtube.

<https://www.youtube.com/watch?v=DfOm7vXLzjY>

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2007). Resolución No. 2115 de 2007

Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano. Bogotá

D.C.: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

<https://minvivienda.gov.co/sites/default/files/normativa/2115%20-%202007.pdf>

Ministerio de la Protección Social Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial

(2010) Resolución No. 4716 de 2010 por medio de la cual se reglamenta el parágrafo del artículo 15 del Decreto 1575 de 2007. Bogotá D.C.: Ministerio de la Protección Social

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/Resoluci%C3%B3n%204716%20de%202010.pdf>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2015). Resolución No. 631 Por la cual se

establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se

dictan otras disposiciones. Bogotá D.C.: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

<https://fenavi.org/wp-content/uploads/2018/05/Resolucion-631-2015.pdf>

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (2017). Resolución No. 0330 de 2017 por la cual se adopta el reglamento técnico para el sector de agua potable y saneamiento básico – RAS y se derogan las resoluciones 1096 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005, 1447 de 2005 y 2320 de 2009. Bogotá D.C.: Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio.

<https://minvivienda.gov.co/sites/default/files/normativa/resolucion-0330-2017.pdf>

Ministerio de Salud y Protección Social Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (2020).

Resolución No. 622 de 2020 “Por la cual se adopta el protocolo de inspección, vigilancia y control de la calidad del agua para consumo humano suministrada por personas prestadoras del servicio público domiciliario de acueducto en zona rural, y se dictan otras disposiciones. Bogotá D.C.: Ministerio de Salud y Protección Social Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio.

https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/Resoluci%C3%B3n%20No.%20622%20de%202020.pdf

Moncada, J. (s.f.). *Evaluación del Riesgo Microbiológico en Agua de Consumo Humano en Zona Rural del Municipio de Villapinzón, Colombia*. [Maestría en salud pública, Universidad de los Andes]. Repositorio Institucional UNIANDES.

<https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/34801/u808664.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Murcia, A., Stashenko, E. (2008). *Determinación de Plaguicidas Organofosforados en Vegetales Producidos en Colombia*. Resvistas Uach.

<http://revistas.uach.cl/pdf/agrosur/v36n2/art03.pdf>

Ministerio de la Protección Social Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial

2007 por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias.

Bogotá D.C.: Ministerio de la Protección Social Ministerio de Ambiente, Vivienda y

Desarrollo Territorial. [https://scj.gov.co/sites/default/files/marco-](https://scj.gov.co/sites/default/files/marco-legal/Res_2115_de_2007.pdf)

[legal/Res_2115_de_2007.pdf](https://scj.gov.co/sites/default/files/marco-legal/Res_2115_de_2007.pdf)

Ministerio de la Protección Social Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial

(2010) por medio de la cual se reglamenta el parágrafo del artículo 15 del Decreto 1575

de 2007. Bogotá D.C.: Ministerio de la Protección Social Ministerio de Ambiente,

Vivienda y Desarrollo Territorial.

[https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/Resoluci%C](https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/Resoluci%C3%B3n%204716%20de%202010.pdf)

[3%B3n%204716%20de%202010.pdf](https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/Resoluci%C3%B3n%204716%20de%202010.pdf)

Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio (2017) por la cual se adopta el Reglamento Técnico

para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS y se derogan las

resoluciones 1096 de 200, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005, 1447 de 2005 y

2320 de 2009. Bogotá D.C.: Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio.

[https://www.solames.co/wp-content/uploads/2017/07/Resoluci%C3%B3n-0330-2017-](https://www.solames.co/wp-content/uploads/2017/07/Resoluci%C3%B3n-0330-2017-Nuevo-RAS-REGLAMENTO-DE-AGUA-POTABLE.pdf)

[Nuevo-RAS-REGLAMENTO-DE-AGUA-POTABLE.pdf](https://www.solames.co/wp-content/uploads/2017/07/Resoluci%C3%B3n-0330-2017-Nuevo-RAS-REGLAMENTO-DE-AGUA-POTABLE.pdf)

Paniagua, E., Báez, B. (2011). *Obras de Captación – Dique Toma*. Slideshare.

<https://es.slideshare.net/MIA-CIEMA/obras-de-captaciondique-toma>

Pérez, A., Escobar, J., Torres, P. (2018). *Evaluación del riesgo en procesos de tratamiento de*

agua para el desarrollo de un Plan de Seguridad del Agua – PSA. Universidad Nacional

de Colombia. <https://www.redalyc.org/journal/496/49659032036/html/>

Plan de Manejo de la Cuenca Abastecedora de la Cabecera Municipal de Fomeque. (2009).

file:///D:/Familia/Downloads/PMA_Fomeque.pdf

Plan Hídrico Nacional. (2010). [https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/2.-Anexo-2-PHN-Fase-I-Dic de 2010.pdf](https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/2.-Anexo-2-PHN-Fase-I-Dic_de_2010.pdf)

¿Por qué medir la alcalinidad en el agua potable?. (2020). <https://hannainst.com.mx/blog/porque-medir-la-alcalinidad-en-el-agua-potable/>

Poveda, N. (2016). *Elaboración de un Plan de Ordenamiento Predial Agroambiental en la Finca San Isidro, Ubicada en la Localidad de Usme, Bogotá D.C.* [tesis de pregrado, Universidad Distrital. Repositorio Institucional UNIDISTRITAL. <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/4598/PovedaHuertasNancyCarolina2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Rojas, E.S. (2018). *Formulación del Plan de Manejo Ambiental del Recurso Hídrico para el Club Militar Sede las Mercedes, Ubicado en el Municipio de Nilo Cundinamarca.* Repositorio Universidad Cundinamarca. <https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/bitstream/handle/20.500.12558/1251/FormulacionDelPlanDeManejoAmbientaldelRecursoHidricoParaElClubMilitarSedeLasMercedesUbicadoEnElMunicipioDeNiloCundinamarca.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Romero, J., Carreño, C. (2015). *Establecimiento y Medición de Parcelas Para el Seguimiento y Monitoreo de la Vegetación en 4 Zonas de Cundinamarca Bajo.* [tesis pregrado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas] Repositorio Institucional UDFJC. <file:///D:/Familia/Downloads/RomeroMorenoJosephJavier2015.pdf>

Ruiz, D., Santana, R., Baquero, A. (s.f). *Área de Estudio*. [Figura]. Google Books.

https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=IxW_DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA383&dq=Explorando+las+condiciones+geodemogr%C3%A1ficas+del+%C3%A1rea+rural+de+Usme,+Bogot%C3%A1+D.C&ots=tU4zR5JXFL&sig=LROB8CXjmqLZs1-I-gryP9GRSPI#v=onepage&q=Explorando%20las%20condiciones%20geodemogr%C3%A1ficas%20del%20%C3%A1rea%20rural%20de%20Usme%2C%20Bogot%C3%A1%20D.C&f=false

Ruiz, D., Santana, R., Baquero, A. (s.f). *Explorando las Condiciones Geodemográficas del Área Rural de Usme, Bogotá D.C.* [Figura].Google Books.

https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=IxW_DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA383&dq=Explorando+las+condiciones+geodemogr%C3%A1ficas+del+%C3%A1rea+rural+de+Usme,+Bogot%C3%A1+D.C&ots=tU4zR5JXFL&sig=LROB8CXjmqLZs1-I-gryP9GRSPI#v=onepage&q=Explorando%20las%20condiciones%20geodemogr%C3%A1ficas%20del%20%C3%A1rea%20rural%20de%20Usme%2C%20Bogot%C3%A1%20D.C&f=false

Samboni, R.N., Carvajal, E. Y., Escobar, J.C. (2007). *Revisión de Parámetros Físicoquímicos como Indicadores de Calidad y Contaminación del Agua*. SCIELO.

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-56092007000300019

Sánchez, L.D., Quiroga, E. (2020) *Sostenibilidad de las Tecnologías de Tratamiento de Agua para la Zona Rural*: Revista uniandes.

<https://revistas.uniandes.edu.co/doi/pdf/10.16924/revinge.49.7>

Servicios Ecosistémicos y Biodiversidad. (s.f.). <https://www.fao.org/ecosystem-services-biodiversity/background/provisioningservices/es/>

Sierra, F., Mejía, F., Guerrero, C. (2011). *Leña como Combustible Doméstico en Zonas Rurales de Usme*. Revistas Sena. http://revistas.sena.edu.co/index.php/inf_tec/article/view/17/20

Soluciones al exceso de presión en las instalaciones. (2021).

<https://blog.valvulararco.com/soluciones-exceso-presion-en-instalaciones>

Sólidos Disueltos Totales. (2021). [https://www.carbotecnia.info/aprendizaje/quimica-del-](https://www.carbotecnia.info/aprendizaje/quimica-del-agua/solidos-disueltos-totales-)

[agua/solidos-disueltos-totales-](https://www.carbotecnia.info/aprendizaje/quimica-del-agua/solidos-disueltos-totales-)

[tds/#:~:text=0%20%E2%80%93%20300%20Excelente,Nivel%20pobre%20o%20no%20](https://www.carbotecnia.info/aprendizaje/quimica-del-agua/solidos-disueltos-totales-tds/#:~:text=0%20%E2%80%93%20300%20Excelente,Nivel%20pobre%20o%20no%20)

[recomendable](https://www.carbotecnia.info/aprendizaje/quimica-del-agua/solidos-disueltos-totales-tds/#:~:text=0%20%E2%80%93%20300%20Excelente,Nivel%20pobre%20o%20no%20)

Stauffer, B., Spuhler, D. (2020). *Captación de Ríos, Lagos y Embalses (Reservorios)*.

[https://sswm.info/es/gass-perspective-es/tecnologias-de/tecnologias-de-abastecimiento-](https://sswm.info/es/gass-perspective-es/tecnologias-de/tecnologias-de-abastecimiento-de-agua/captacion/captaci%C3%B3n-de-r%C3%ADos%2C-lagos-y-embalses-)

[de-agua/captacion/captaci%C3%B3n-de-r%C3%ADos%2C-lagos-y-embalses-](https://sswm.info/es/gass-perspective-es/tecnologias-de/tecnologias-de-abastecimiento-de-agua/captacion/captaci%C3%B3n-de-r%C3%ADos%2C-lagos-y-embalses-)

[%28reservorios%29](https://sswm.info/es/gass-perspective-es/tecnologias-de/tecnologias-de-abastecimiento-de-agua/captacion/captaci%C3%B3n-de-r%C3%ADos%2C-lagos-y-embalses-%28reservorios%29)

Stauffer, B., Spuhler, D. (2020). *Captación de Ríos, Lagos y Embalses (Reservorios)* [Figura].

[https://sswm.info/es/gass-perspective-es/tecnologias-de/tecnologias-de-abastecimiento-](https://sswm.info/es/gass-perspective-es/tecnologias-de/tecnologias-de-abastecimiento-de-agua/captacion/captaci%C3%B3n-de-r%C3%ADos%2C-lagos-y-embalses-)

[de-agua/captacion/captaci%C3%B3n-de-r%C3%ADos%2C-lagos-y-embalses-](https://sswm.info/es/gass-perspective-es/tecnologias-de/tecnologias-de-abastecimiento-de-agua/captacion/captaci%C3%B3n-de-r%C3%ADos%2C-lagos-y-embalses-)

[%28reservorios%29](https://sswm.info/es/gass-perspective-es/tecnologias-de/tecnologias-de-abastecimiento-de-agua/captacion/captaci%C3%B3n-de-r%C3%ADos%2C-lagos-y-embalses-%28reservorios%29)

Troconis, A., Herbert, K. (2010). *Tratamiento de Aguas Residuales*. Belzona Inc.

https://www.belzona.com/es/solution_maps/wastewater/money_map.pdf

Trujillo, R. (2012). *Dinámica de la Construcción por usos Localidad de Usme*.

<https://www.catastrobogota.gov.co/sites/default/files/archivos/usme.pdf>

Anexos

Anexo A. *Imágenes de las salidas de campo realizadas por las estudiantes*



Nota: Elaboración Propia

Anexo B. Descripción de los Análisis Fisicoquímicos

A continuación se podrá evidenciar los procesos que fueron realizados para llevar a cabo las prácticas Ex – situ e In – situ en las bocatomas del El Destino y Olarte.

pH: Se utilizaron dos medidores diferentes el conductímetro hanna y el conductímetro milwauke, se dispuso el agua tomada de las bocatomas en un beaker y se procedió con la medición (*ver figura 46 y figura 47*).

Figura 46.

Medición de ph con conductímetro Hanna



Nota: Identificación de pH del recurso hídrico. Elaboración Propia

Figura 47.

Medición de pH con conductímetro Milwauke

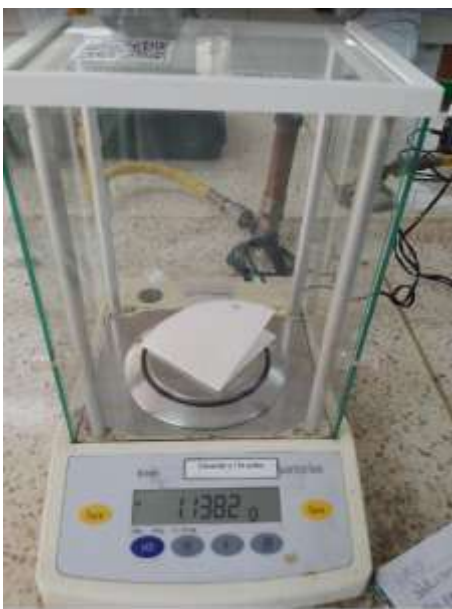


Nota: Determinación de pH mediante la herramienta denominada conductímetro Milwauke. Elaboración Propia

Sólidos Suspendidos Totales: Para realizar este análisis primero se pesó el papel filtro vacío en una balanza analítica como se evidencia en la figura 48, posteriormente se filtró un volumen de la muestra tomada de 20 ml como lo demuestra la figura 49 una vez realizado el proceso de filtración el papel filtro se llevó a una estufa con una temperatura de 105°C (*ver figura 50*) por una hora, una vez pasado el tiempo el papel filtro se trasladó hacia el desecador para que finalmente pudiera tomarse nuevamente el peso en la balanza analítica como se observa en la figura 51.

Figura 48.

Medición de papel filtro vacío



Nota: La balanza analítica permite la medición del papel filtro vacío. Elaboración Propia

Figura 49.

Filtración de muestras de agua



Nota: El agua tomada de las bocatomas pasa por un proceso de filtración. Elaboración Propia

Figura 50.*Horno de convección*

Nota: Este horno permite que el papel filtro pueda ser calentado. Elaboración Propia

Figura 51.*Peso de papel filtro vacío*

Nota: Se debe llevar a cabo la medición final del papel filtro. Elaboración Propia

Sólidos Disueltos Totales: Para determinar este parámetro se procedió a tomar el peso de un erlenmeyer o un beaker vacío en la balanza analítica (*ver figura 52*), una vez que se llevará a cabo el proceso de filtración de la muestra de agua tomada se pasó a la prueba de sequedad hasta que la muestra se evaporará por completo (*ver figura 53*) para que posteriormente fuera llevada al horno de convección a una temperatura de 105°C durante una hora y que después pudiera pasarse al desecador durante 30 minutos aproximadamente (*ver figura 54*), finalmente se determinó el peso del Erlenmeyer o beaker vacío (*ver figura 55*).

Figura 52.

Peso del Erlenmeyer vacío



Nota: Medición de Erlenmeyer vacío en balanza analítica. Elaboración Propia

Figura 53.

Proceso de sequedad



Nota: La muestra de agua anteriormente filtrada pasa por un proceso de evaporación. Elaboración Propia

Figura 54.

Proceso de desecación



Nota: Desecación de muestras.

Elaboración Propia

Figura 55.

Determinación de peso del Erlenmeyer



Nota: Finalización del análisis de los sólidos disueltos totales. Elaboración Propia

Conductividad: Para llevar a cabo la medición de la conductividad fue necesario utilizar un equipo denominado conductímetro y las unidades de medición eran equivalentes a microsiemens por centímetro, este análisis se realizaba en el punto de captación del recurso hídrico como se puede apreciar en la figura 56.

Figura 56.

Medición de conductividad



Nota: Medición In – situ del parámetro conductividad. Elaboración Propia.

Turbiedad: Para llevar a cabo la determinación del parámetro turbiedad de manera *Ex – situ* fue necesario emplear un equipo denominado turbidímetro con referencia (HI 88731 – ISO Turbidímetro), este también contenía unas celdas de vidrio las cuales son para introducir las muestras de agua que fueron recolectadas en las bocatomas, posteriormente las celdas fueron insertadas dentro del turbidímetro y gracias a este fue posible realizar el análisis de turbiedad mediante unidades de medidas obtenidas en NTU (*ver figura 57*).

Figura 57.

Determinación de turbiedad del recurso hídrico



Nota: Determinación de turbiedad del recurso hídrico de las veredas El Destino y Olarte.

Elaboración Propia.

La medición de la turbiedad también se realizó de manera In – situ (*ver figura 58*), para esto fue necesario emplear un equipo denominado turbidímetro, el cual contenía unas celdas de vidrio para depositar allí las muestras obtenidas como se evidencia en la figura 59.

Figura 58.*Medición de turbiedad*

Nota: Medición In – situ del parámetro turbiedad. Elaboración Propia

Figura 59.*Celdas de vidrio o de plástico*

Nota: Estas celdas son utilizadas para depositar las muestras de agua.

Elaboración Propia

Alcalinidad: Para realizar el análisis de este parámetro fue necesario hacer un montaje con una bureta (*ver figura 61*), con el fin de almacenar el ácido sulfúrico con una concentración de 0,02 N, después se tomó la muestra de agua correspondiente en un beaker o erlenmeyer, se introdujo el indicador de fenolftaleína en la muestra de agua (*ver figura 62*) posteriormente se procedió a la titulación, este proceso permitió el cambio de color de la solución (*ver figura 63*), el volumen utilizado fue de 50 ml, más adelante se agregó el indicador naranja de metilo a una nueva solución de la muestra de agua para proceder a realizar la titulación nuevamente, esto permitió que el color de la muestra cambiara nuevamente (*ver figura 64*).

Figura 60.

Muestras de agua con indicador de fenolftaleína

Figura 61.

Montaje para la titulación



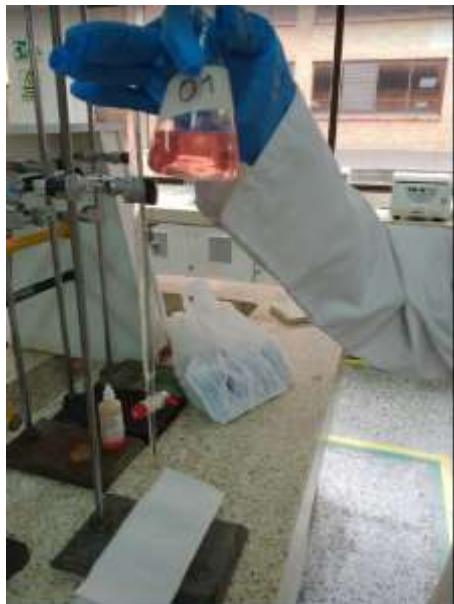
Nota: Montaje para titulación con ácido sulfúrico de 0,02 N.

Elaboración Propia



Nota: Reacción que tuvieron las muestras obtenidas una vez se les agregó el indicador.

Elaboración Propia.

Figura 62.*Soluciones con fenolftaleína*

Nota: Resultado final de las muestras de agua después de la titulación. Elaboración Propia

Figura 63.*Solución con indicador naranja de metilo*

Nota: Cambio de color de muestra de agua después de la nueva titulación realizada.

Elaboración Propia

Acidez: Para llevar a cabo el análisis de la acidez también es necesario realizar el montaje con la bureta para que esta almacene ácido sulfúrico en 0,02 N, posteriormente se debe agregar el indicador naranja de metilo a la muestra de agua y después se titula con el ácido sulfúrico para que la solución cambie su color como se evidencia en la figura 65.

Figura 64.

Determinación de alcalinidad



Nota: Muestra de agua con indicador de naranja de metilo y titulación de ácido sulfúrico.

Elaboración Propia.

Anexo C. Formato de encuesta realizada a la comunidad

Riesgos asociados al proceso de captación de agua cruda para los acueductos El Destino y Olarte en la Localidad de Usme

Esta encuesta se realiza con el fin de identificar el nivel de satisfacción de la comunidad en cuanto al agua potable que reciben en sus viviendas o negocios

[Iniciar sesión en Google](#) para guardar lo que llevas hecho. [Más información](#)

Nombres y Apellidos

Tu respuesta

Edad

- 18 - 38 años
- 38 - 48 años
- 48 - 68 años
- Más de 68 años

Género

- Femenino
- Masculino

Nivel de Formación

- Primaria
- Secundaria
- Técnico
- Profesional

Nombre de la vereda

- El Destino
- Olarte

Rol dentro del hogar

- Ama - Amo de casa
- Jefa - Jefe de hogar
- Hija - Hijo
- Otro

Nivel de satisfacción con la prestación del servicio del acueducto:

- Pésimo
- Malo
- Regular
- Bueno
- Excelente

¿Han recibido capacitaciones por parte del acueducto en programas de uso y ahorro eficiente del agua?

- Sí
- No

¿Cómo ciudadanos reciben información por parte del acueducto sobre la calidad del agua?

- Sí
- No

¿En su vivienda cuenta con Micro medidor?

- Sí
- No

¿En su vivienda cuenta con alcantarillado?

- Sí
- No

¿Cómo usuario alguna vez ha encontrado sólidos o una apariencia extraña en el agua?

- Sí
- No

¿A usted o alguien de su familia le han diagnosticado enfermedades ocasionadas por consumo de agua?

- Sí
- No

¿Utiliza el agua para actividades agrícolas?

- Pastoreo
- Cultivo de truchas
- Riego de Cultivos
- Ninguna de las anteriores

Nota: Formato de encuestas. Elaboración Propia

Anexo D. *Tabulación de encuestas de las veredas El Destino y Olarte*

<https://drive.google.com/file/d/12HnlgPt01cgskJpRPoOgzGGNdufXGgZL/view?usp=sharing>