

**Evaluación al desempeño del proceso de potabilización del acueducto Olarte en la localidad
de Usme.**

Leidi Yohana Feria Yate

Jose Miguel Rodríguez Ortiz

Universidad Nacional Abierta y a Distancia-UNAD

Escuela de ciencias Agrícolas, Pecuarias y del medio Ambiente- ECAPMA

Programa Ingeniería Ambiental

Bogotá D.C.

2022

**Evaluación al desempeño del proceso de potabilización del acueducto Olarte en la
localidad de Usme.**

Leidi Yohana Feria Yate

Jose Miguel Rodríguez Ortiz

Proyecto aplicado para optar por el título de
Ingenieros Ambientales

Director

Pablo Alberto Quintero

Universidad Nacional Abierta y a Distancia-UNAD

Escuela de ciencias Agrícolas, Pecuarias y del medio Ambiente-ECAPMA

Programa Ingeniería Ambiental

Bogotá D.C.

2022

Nota de aceptación



Director Trabajo de Grado



Jurado

Dedicatoria

Infinitas gracias a Dios y a la memoria de mi madre Blanca Odilia Ortiz Gualteros y Otoniel

Escobar quienes desde el cielo me guían, a ella por darme la vida y su ejemplo de lucha y sacrificio que me motiva a seguir hoy en día y a perseverar a pesar de las vicisitudes, a mis

hermanas, familia, amigos, profesores y todas aquellas personas que me brindaron sus

conocimientos y apoyo incondicional, he hicieron parte de mi caminar.

Jose Miguel Rodríguez

Dedico este proyecto a toda mi familia, amigos gracias por la paciencia y su cariño latente y especialmente a mi madre gran ejemplo de lucha y superación a pesar de que vivió en época machista sobresalió y triunfo y hoy puede disfrutar y descansar rodeada de sus hijos y nietos. A mi amigo y compañero de aventura, con el que he recorrido tomada de su mano la mitad de mi vida enfrentando más de una batalla y pienso que juntos la desilusión y el abatimiento están derrotados.

Leidi Yohana feria

Agradecimientos

Los autores expresan sus más sinceros agradecimientos a la Universidad Nacional Abierta y A Distancia y a los docentes Pablo Alberto Quintero y Diana Marcela Muñoz; líderes del semillero de investigación del cual hacen parte y quienes realizaron el respectivo acompañamiento y la asesoría pertinente para el presente trabajo. Además, al personal del acueducto comunitario Olarte en la localidad de Usme que estuvieron prestos en las instalaciones con su apoyo y colaboración para la consecución de los resultados obtenidos.

Resumen

El presente documento expone la evaluación de desempeño realizada al acueducto comunitario Olarte que se encuentra ubicado en el área rural de la localidad 5 de Usme sur de la ciudad de Bogotá D.C. Esto se logra en tres fases, en la primera se desarrolla un diagnóstico para verificar la situación actual de la planta por medio de un reconocimiento de los componentes unitarios, a fin de identificar el estado de funcionamiento y operatividad del sistema, posteriormente en la segunda fase se realizaron mediciones de algunos parámetros fisicoquímicos y microbiológicos como pH, temperatura, turbidez, cloro residual y coliformes fecales, estos indicadores se midieron en diferentes temporadas y se compararon los datos obtenidos, con los de la Resolución 2115 del 2007 del ministerio de la protección social, ambiente, vivienda y desarrollo territorial; donde se define los límites permisibles de la calidad del agua para consumo humano, encontrando cifras que se encuentran por fuera del límite permisible. Finalmente, en la última etapa fue primordial capacitar a las personas administradoras y fontaneros, para el control de factores críticos, adicional a ello se diseñó un manual de operación y mantenimiento de potabilización a fin de ofrecer una herramienta de consulta para que se pueda continuar brindando las condiciones de salubridad requeridas para la comunidad.

Palabras Claves: Acueducto, Normativa, Potabilización, Comunitario

Abstract

This document presents the performance evaluation carried out on the Olarte community aqueduct, which is located in the rural area of town 5 of Usme south of the city of Bogotá D.C. This is achieved in three phases, in the first a diagnosis is developed to verify the current situation of the plant through a recognition of the unit components, in order to identify the state of operation and operability of the system, later in the second phase measurements of some physicochemical and microbiological parameters such as pH, temperature, turbidity, residual chlorine and fecal coliforms were made, these indicators were measured in different seasons and the data obtained were compared with those of Resolution 2115 of 2007 of the Ministry of Social Protection , environment, housing and territorial development; where the permissible limits of the quality of water for human consumption are defined, finding figures that are outside the permissible limit. Finally, in the last stage, it was essential to train administrators and plumbers, to control critical factors, in addition to this, a water treatment operation and maintenance manual was designed in order to offer a consultation tool so that it can continue providing the health conditions required for the community.

Keywords: Aqueduct, Regulations, Potabilization, Community

Glosario

CAR: Corporación autónoma Regional

CEPAL: Comisión Económica para América Latina y el Caribe

COT: Carbono Orgánico Total

EDA: Enfermedad Diarreica Aguda

IDEAM: Instituto de Hidrología y Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia

IDIGER: Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático

INS: Instituto Nacional de Salud

IRCA: Índice de Riesgo para la Calidad del Agua

NTU: Unidades Nefelométricas de Turbiedad

ODS: Objetivos de Desarrollo Sostenible

OMS: Organización Mundial de la Salud

ONU: Organización de las Naciones Unidas

PH: Potencial de Hidrógeno

PPM: Partes Por Millón

PTAP: Planta de Tratamiento de Agua Potable

RAS: Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento

UFC: Unidad Formadora de Colonias

Tabla de contenido

Lista de tablas	12
Lista de Figuras.....	13
Introducción	15
Objetivo general.....	17
Objetivos específicos:	17
Planteamiento del problema.....	18
Justificación	20
Marco Teórico.....	21
Que son los acueductos rurales.	22
Acueductos rurales en América Latina.	22
Acueductos rurales en Colombia	23
Marco de Referencia	25
Zona de estudio	26
Antecedentes.	27
Marco conceptual.....	28
Procesos de potabilización:.....	28
Buenas prácticas de potabilización.	29
Parámetros físicos y químicos de la calidad del agua potable	30

Marco legal aplicable en Colombia	32
Metodología	35
Desarrollo Fase de diagnostico	36
Conducción y control de caudal en la fuente de abastecimiento	38
Sistema de desinfección realizado en la planta de tratamiento.....	41
Procedimiento de desinfección:	41
Seguimiento a la calidad del agua que se realiza en el acueducto Olarte:	43
Diagnóstico de la infraestructura:	54
Bocatoma	54
Tubería Bocatoma a Desarenador	55
Desarenador	55
Tubería Desarenador a PTAP	56
Filtro PTAP.....	56
Tanque de Cloración.....	58
Tubería de PTAP a tanque de Almacenamiento	58
Tanque de Almacenamiento	59
Fase de análisis	60
Identificación de variables:	60
Interpretación de los resultados:	63

Fase final de socialización y capacitación	65
Capacitación de la curva de cloro:	67
Resultados y discusión	73
Vigilancia con Análisis fisicoquímicos, microbiológicos y organolépticos	73
Fallas en el sistema de seguimiento a la calidad del agua:	73
Conclusiones	75
Recomendaciones	76
Referencias.....	77
Anexo A. Manual de operación y mantenimiento de la planta Olarte.....	83
Anexo B. Ficha Técnica hipoclorito de sodio utilizado en el acueducto rural Olarte	101
Anexo C. lista de chequeo aplicada	102

Lista de tablas

Tabla 1 Proceso de Potabilización Convencional	28
Tabla 2 Valores de los parámetros máximos aceptables según norma	31
Tabla 3 Valor de los parámetros para la calidad del agua potable en la población	33
Tabla 4 Información general y administrativa del acueducto rural Olarte	44
Tabla 5 Chequeo inicial calidad del agua	45
Tabla 6 Cumplimiento de los límites permisibles en la resolución 2115 del 2007	46
Tabla 7 Comparación de los parámetros de agua tratada	47
Tabla 8 Límites permisibles de parámetros in situ en el tratamiento de agua potable	60
Tabla 9 Datos para la curva 1	69
Tabla 10 Datos para la curva 2	70

Lista de Figuras

Figura 1 Principales resoluciones para el tratamiento de agua potable en Colombia.....	33
Figura 2 Coordenadas geográficas Acueducto rural Olarte 4°25'59"N – 74° 06'56"W...	37
Figura 3 Fuente de abastecimiento Quebrada Piedra Gorda Usme Cundinamarca	37
Figura 4 Sistema de drenaje quebrada Piedra Gorda	38
Figura 5 Regleta para control de caudal en la fuente.....	39
Figura 6 Rejilla de la fuente de abastecimiento	39
Figura 7 Cámara de control de caudal	40
Figura 8 Desarenador	40
Figura 9 Filtro en mal estado	42
Figura 10 Tanque de abastecimiento de 41,3m ³ y con caudal de 3,33l/s.....	42
Figura 11 Dosificación de cloro.....	43
Figura 12 Aplicación lista de chequeo.....	43
Figura 13 Presentación del Agar MacConkey deshidratado por 500 gramos.....	48
Figura 14 Medio de cultivo deshidratado en la plancha de calentamiento	49
Figura 15 Cajas Petri y asas en papel Kraft	49
Figura 16 Esterilización de las cajas Petri y las asas a 121°C	50
Figura 17 Cultivos en cajas Petri	50
Figura 18 Resultados de las muestras Microbiológicas en la bocatoma.....	51
Figura 19 Muestras microbiológicas en la bocatoma	51
Figura 20 Zona de pastoreo cerca de la bocatoma.....	52

Figura 21 Ganado cerca al desarenador	53
Figura 22 Resultados microbiológicos del agua tratada en el acueducto	53
Figura 23 Resultados agua tratada	54
Figura 24 Manguera en bocatoma.....	55
Figura 25 Mantenimiento desarenador	56
Figura 26 Filtro actual en operación después del mantenimiento realizado.....	57
Figura 27 Tanque de Cloro	58
Figura 28 Medidor de agua dañado	59
Figura 29 Tanque de Almacenamiento	59
Figura 30 Límites resolución 2115 vs parámetros medidos en temporada seca.....	61
Figura 31 Límites resolución 2115, vs parámetros medidos en temporada lluviosa	62
Figura 32 Línea comparativa de turbiedad en agua cruda en las 2 temporadas	64
Figura 33 Mantenimiento punto de captación	66
Figura 34 Mantenimiento y limpieza del desarenador.....	66
Figura 35 Limpieza en el tanque de abastecimiento.....	67
Figura 36 Curva de cloro 1	69
Figura 37 Curva de cloro2	70
Figura 38 Capacitación al operario	71
Figura 39 Solución patrón.....	71
Figura 40 Medición del cloro residual obtenido	71

Introducción

Las zonas rurales de Colombia han sido un poco olvidadas por parte del estado y a su vez los acueductos comunitarios de estos sitios han tenido que pasar por varias vicisitudes para su consecución y funcionamiento, muchos poseen circunstancias limitantes. En la resolución 2115 del 2007 de los Ministerios de la protección social, de ambiente, vivienda y desarrollo territorial se establece que hay unas características, instrumentos y frecuencias de control y vigilancia asociados a la calidad del agua para consumo humano, y se debe verificar que estas condiciones se cumplan, asegurando la inocuidad del recurso a fin de evitar posibles afectaciones a la comunidad.

Este documento expone el desarrollo del análisis del desempeño del acueducto veredal Olarte ubicado en la localidad 5 de Usme en Bogotá, y está organizado en tres fases que exponen los procesos en la planta a fin de realizar una pertinente evaluación. Por consiguiente, en la primera fase de diagnóstico se realizaron visitas desde octubre del año 2021 hasta mayo del 2022; donde se evidenciaron las respectivas etapas para la consecución de la potabilización; esto incluyó visitar inicialmente la fuente de abastecimiento y la red de distribución tomando mediciones de parámetros en dichos lugares, además de la aplicación de una lista de chequeo que nos permitió indagar sobre la investigación.

Por otro lado, cabe mencionar que el sistema, se abastece de la Quebrada Piedra Gorda que presenta unas condiciones especiales debido a las características climáticas de la zona especialmente lluviosa, que generan que el caudal que ingresa al tratamiento presente una elevada turbidez. Por lo anterior se realizó la recolección de muestras de agua cruda y tratada para conocer el porcentaje de remoción de turbiedad y eficiencia del filtro que se utiliza. En la segunda fase de análisis se hizo seguimiento preciso a la potabilización por medio de visitas

frecuentes al lugar y mediciones in situ que permitieron verificar algunos parámetros fisicoquímicos y microbiológicos como el pH, conductividad, cloro residual y coliformes fecales, identificando valores que se encuentran por fuera de la normatividad, permitiendo plantear posibles soluciones para asegurar su calidad.

Para terminar, como tercera fase de socialización y capacitación se consideró conveniente capacitar a los administradores y fontaneros de la planta, brindando las herramientas necesarias para controlar los datos encontrados en los respectivos análisis. Por lo tanto, fue necesario enseñar el modo correcto para realizar la cloración en el proceso de desinfección del agua; esto se hizo mediante una cura de cloro para definir la dosis de óptima a fin de poder garantizar que se cumpla con lo que exige la norma 2115 del 2007 del ministerio de la protección social, ambiente, vivienda y desarrollo territorial teniendo en cuenta la concentración utilizada y la formula a aplicar según el caudal.

También se diseñó y socializo un manual básico de operación y mantenimiento para el acueducto veredal Olarte, donde se explica de una manera sencilla y clara los procedimientos a fin de obtener unas buenas prácticas de potabilización, y que se sirva como herramienta de consulta y apoyo a fin de ofrecer asesoría en pro de evitar algunos problemas que se presentan en el tratamiento.

Objetivos:

Objetivo general

Evaluar el desempeño del proceso de potabilización del acueducto veredal Olarte en la localidad de Usme en la ciudad de Bogotá D. C.

Objetivos específicos:

Verificar el cumplimiento de los requisitos técnicos y operativos según el marco legal aplicable.

Realizar seguimiento a la potabilización del agua a través de la medición de parámetros de cantidad y calidad fisicoquímica y microbiológica.

Diseñar una estrategia de capacitación y socialización en buenas prácticas de potabilización dirigida a los administradores y fontaneros del acueducto.

Planteamiento del problema

El sur de Bogotá ha tenido un crecimiento demográfico constante y ha sido afectado por la contaminación de sus recursos naturales e hídricos superficiales. Por esta razón, entender que van cambiando las dinámicas poblacionales que la comunidad debe enfrentar, es vital para seguir protegiendo las fuentes de abastecimiento s fin de satisfacer sus necesidades básicas y de consumo siendo una premisa. El impacto ambiental evidenciado por la disposición inadecuada de residuos sólidos, y particularmente por la presencia de ganado en espacios cercanos a la zona de captación, genera un riesgo para las comunidades que hacen uso de este recurso.

Esto puede generar un aumento en los niveles de coliformes fecales y de agentes infecciosos en los efluentes.

(INS, 2015) . Estableció que las enfermedades diarreicas agudas (EDA) ocupan uno de los primeros lugares de patologías infecciosas con mayor mortalidad y morbilidad, especialmente en niños menores de cinco años y adultos mayores; estas infecciones son causadas por diferentes patógenos como virus, bacterias y parásitos presentes en las fuentes de abastecimiento

Las zonas rurales de Usme han sufrido deslizamientos de tierra y desbordamientos de quebradas debido a las intensas precipitaciones que presenta el territorio en algunos meses del año, esto genera una alta turbiedad en las fuentes hídricas, especialmente en la quebrada Piedra Gorda que abastece al acueducto rural Olarte, lo anterior ocasiona que se suspenda el servicio de agua, para poder controlar el parámetro además de contar con plan de contingencia ante estas eventualidades.

Por otro lado, se debe entender que se podrían presentar afectaciones en la calidad del agua por una inadecuada dosificación de químicos por ejemplo, el cloro usado en la desinfección se caracteriza por su alta toxicidad si no se suministra en las cantidades correctas, esto puede

sucedier si los fontaneros no tienen la suficiente capacitación en cuanto a la disolución adecuada, ya que pueden realizar de forma errada los cálculos necesarios para que los parámetros que se encuentra por fuera de la normativa sean ajustado y se pueda cumplir con lo estipulado en la resolución 2115 del 2007 del ministerio de la protección social. Además, la falta de controles en los análisis de laboratorio por el escaso conocimiento del sistema de todas las personas involucradas en el proceso; podría causar impactos negativos a corto y largo plazo, por estos motivos es vital considerar la verificación de los requisitos de tratamiento para potabilizar, según las normas establecidas y de una manera técnica.

Justificación

Los acueductos comunitarios carecen de una eficiencia en sus sistemas de potabilización y el manejo de sus fuentes, por ello, es primordial realizar un estudio detallado de las características de operación del acueducto comunitario Aso aguas claras ubicado en la vereda Olarte de la localidad 5 de Usme en Bogotá, a fin de mejorar las condiciones técnico operativas y mantenimiento, permitiendo que se genere una optimización en cada uno de sus procesos a fin de limitar afectaciones graves de salud por la ingesta de agua insalubre, por ende, se pretende efectuar un diagnóstico y brindar capacitación de manera técnica en cuanto a los requisitos de tratamiento para consumo humano a fin de optimizar su servicio, a las personas encargadas del suministro del líquido vital.

Por tanto, se requiere dejar muy claro los aspectos técnicos en cuanto a la operación y el control del sistema utilizado; todo esto según la normativa aplicable sobre el tema. Lo anterior con el fin de aplicar métodos de monitoreo a los parámetros críticos en pro de garantizar los beneficios brindados por el acueducto. Por estas razones, al personal que opera y realiza el mantenimiento de los acueductos comunitarios, se les debe ofrecer las herramientas necesarias que les permitan identificar las posibles anomalías que se puedan generar en el proceso a fin de resolverlas en el menor tiempo posible.

Cabe resaltar que, debido a las variaciones de la fuente de captación, las dinámicas poblacionales y las condiciones geográficas también puede ocurrir eventos fortuitos como desastres naturales, en este caso avalanchas que pueden afectar el suministro del líquido, por esto, se requiere tener planes de contingencia y realizar un seguimiento a los parámetros críticos para controlar las variables fisicoquímicas, microbiológicas y de esta manera asegurar la eficiencia del acueducto comunitario Olarte, para seguir cumpliendo con los índices de calidad

Marco Teórico

A través de la historia, el hombre siempre ha necesitado el agua para su subsistencia, ya que se requiere para satisfacer sus necesidades básicas, y a su vez esta tiene un papel trascendental en el desarrollo de las civilizaciones. Según (Torres, 2018) la ingeniería romana fue pionera en la construcción de acueductos, y hasta nuestra época no se encuentra parangón que pueda opacar la mencionada tecnología desarrollada. Sin embargo, el crecimiento demográfico acelerado en las ciudades ha hecho que se requiera de unas condiciones óptimas para la captación, almacenamiento y distribución, en aras de que este abastecimiento también permita evitar los riesgos asociados a la salud pública, por la disposición y el deficiente manejo que se puede dar a las fuentes hídricas.

Para (Gagarin, 2010). Los primeros acueductos en Roma consistían en una amplia red de canales donde se desplazaba el caudal por gravedad alimentado tanques de sedimentación que permitía aumentar la confiabilidad del líquido vital en los depósitos de distribución. La escorrentía superficial conducía los molinos de agua de las zonas urbanas aumentando la molienda de minerales, cereales y madera. También aseguraban el abastecimiento de una población en constante crecimiento. El acueducto era considerado un bien de interés público y orgullo cívico, es decir un lujo valioso pero muy necesario al que toda la comunidad tenía derecho. Por esto, se debe considerar los mantenimientos necesarios para garantizar la calidad y cantidad del recurso, teniendo en cuenta que para distribuir en algunos casos se requiere de costos elevados para su potabilización.

Que son los acueductos rurales.

Los acueductos rurales son organizaciones comunitarias que se unieron con el fin de abastecer de agua potable a su población, especialmente las que se encuentra cercana a las zonas productoras como los páramos.

En las zonas rurales la potabilización hídrica cobra especial interés ya que se utiliza para el abastecimiento personal al igual que fuente de ingreso, es decir, uso en agricultura y ganadería. Por ello se debió buscar la solución al conflicto ambiental, de la falta de acceso hídrico. Esto género que las poblaciones del campo tomaran decisiones de forma democrática en cuanto a las posibles soluciones para acceder a sus necesidades, de esta manera nacen los acueductos veredales en respuesta al déficit de gobernanza y presencia de las entidades del estado para abastecer del líquido vital a todas las comunidades. Entendiéndose el derecho fundamental destacado en los objetivos de desarrollo sostenible. Para (Castellanos Sánchez, 2016)

“El agua debe considerarse como un recurso finito con un valor económico y social incalculable
Acueductos rurales en América Latina.

Para (Campos, 2018). América latina se concentra casi la mayoría de las reservas de agua dulce del mundo con una disponibilidad 300% mayor al promedio mundial Pero contradictorio a su disposición la accesibilidad es limitada y desigual debido a que se presenta controversia entre las zonas urbanas, productores agrícolas, empresarios y las áreas rurales, donde los sitios vulnerables y de bajos recursos como los hogares campesinos son los que sufren por el acceso. Por esta razón en los países suramericanos y del caribe especialmente en la década del 1990 adoptaron nuevas formas de abastecer su población, así se formaron los acueductos veredales que nacen en una unión mancomunada de los líderes sociales para afrontar la falta de gobernabilidad del estado.

Para. (Bertomeu Sanchez, 2018) Es conveniente mencionar que el acceso a este recurso aumento significativamente en los últimos años en los países de la región. Pero solamente se evidencio el incremento en las zonas urbanas de los territorios. En teoría en estas áreas si hay agua potable en sus casas, sin embargo según (CEPAL, 2020) en Latinoamérica no es así, debido principalmente al crecimiento poblacional que es muy acelerado comparado con naciones norteamericanas y Europeas, esto genera una alta demanda hídrica que a veces es casi imposible cumplir con el abastecimiento de una forma continua, por esta razón se abastece de una manera intermitente, un ejemplo claro es el área urbana de Colombia donde más de 9 millones de personas no tienen lavamanos en sus hogares en comparación con Bolivia que oscila en 5, para una población con menor número de habitantes

El mismo paradigma de Colombia y Bolivia lo vive Venezuela que sufre escases del recurso y la falta de potabilización agudiza la problemática ambiental y sanitaria en las zonas vulnerables que tiene actualmente. Por estas razones es muy válido seguir acompañando la lucha de los líderes sociales que han contribuido al mejoramiento del acceso al agua potable en cada una de sus regiones por medio de los acueductos veredales se garantice la equidad social y donde la población rural sea garante de sus derechos.

Acueductos rurales en Colombia

Para (Ordóñez, 2020) Colombia es considerada como uno de los países con más recursos hídricos del mundo, asimismo, tiene que afrontar cuestiones por contaminación hídrica que limitan su calidad y cantidad para diversos usos. La falta de conciencia de la población y gobernantes hace que se traduzca en impactos fuertes hacia el medio ambiente, debido a que muchas de las fuentes hídricas están siendo afectadas; lo que limita la eficiencia del uso de este recurso, por otro lado, la cobertura del sector rural en el país para el abastecimiento del agua

potable alcanza el 71,54% según datos del ministerio de vivienda, ciudad y territorio (2019), el déficit ambiental y la poca gestión integral, es la razón por la cual varias personas residentes en dichos lugares pueden verse afectados por enfermedades ocasionadas por organismos patógenos o sustancias tóxicas. Por ello la capacitación es un método eficaz para que la gente que habita en sectores rurales pueda implementar sistemas de potabilización descentralizados y eficientes en pro de mejorar las condiciones de vida de sus habitantes.

En la constitución política de Colombia consagra que los servicios públicos son vitales para el desarrollo del país y se debe garantizar cobertura y calidad para toda la población. Aunque el acceso al agua potable es un derecho fundamental en la nación, la ineficacia en la prestación de este servicio en el área rural es notable. Porque se evidencia que en algunos municipios sus habitantes deben abastecerse del preciado líquido realizando largas caminatas para llenar canecas en fuentes superficiales como ríos y quebradas, que llevan hasta su casa, debido a esta problemática ambiental y social los pobladores se ven obligados a realizar aljibes rudimentarios en sus lugares de vivienda para captar aguas subterráneas en condiciones no aptas para consumo humano aumentando los problemas de salud en los territorios. Por estas razones nacen los acueductos rurales en respuesta a la falta de presencia de las entidades gubernamentales; donde las comunidades se ven obligadas a conformar asociaciones para la administración y abastecimiento del recurso hídrico.

Marco de Referencia

Según la Organización de las Naciones Unidas ONU, el agua destinada para la agricultura representa un consumo significativo del 70% del gasto hídrico mundial. La sobreexplotación y uso indiscriminado de los recursos naturales en América Latina ha ocasionado consecuencias negativas para el medio ambiente; en Colombia el uso de agroquímicos, cultivos ilícitos, fumigaciones con glifosato, expansión agrícola a costa de la destrucción de zonas selváticas y bosques interandinos, generan uso inadecuado y contaminación de fuentes hídricas; para (Pérez, 2004) estos inconvenientes se pueden considerar como efecto de la visión de un desarrollo rural.

Según (FAO, 2021) Colombia es el séptimo país con mayor disponibilidad hídrica en el planeta, y a pesar de eso presenta falencias especialmente en la infraestructura de la captación y aprovechamiento. La capital de se divide administrativamente en 20 localidades para ofrecer a sus ciudadanos redes de servicios públicos, viales, abastecimiento de productos entre otros aspectos; la localidad 5 de Usme ubicada en el sur de la ciudad ofrece biodiversidad y una elevada cantidad de beneficios ecosistémicos a sus habitantes dependen económicamente de cultivos de papa, cebolla, zanahoria, fresa, y demás. La producción agrícola se puede sostener gracias a las condiciones climáticas de esta zona rural, muy beneficiosas para cultivar dichos alimentos. Este lugar además de contar con múltiples beneficios ambientales para su población también ha recibido a personas de diferentes lugares de la nación, por diversos motivos; uno de ellos es el desplazamiento forzado y el otro la expansión urbana, generando un alto crecimiento demográfico que trae como consecuencia que el territorio afronte características de desigualdad económica.

Las zonas del límite sur de Bogotá tienen características geográficas, físicas y biológicas muy importantes para la regulación y conservación hidrológica, por ello se convierten en uno de

los lugares de interés ambiental, allí se encuentra la localidad 5 de Usme y muy cerca el páramo Sumapaz catalogado como el más grande del mundo, este garantiza buen porcentaje hídrico en sus ríos y quebradas que satisfacen la demanda potable en gran parte del sur de la capital. Debido a estas condiciones hidrológicas y climatológicas, diferentes tipos de cultivos se adaptan de manera eficiente, por esto, esta zona rural basa su economía en la producción agrícola intensiva que requiere de unos altos índices hídricos para su rendimiento, siendo una vocación que genera una fuerte presión en el recurso. También se evidencia un crecimiento demográfico elevado; que ha generado que se requiera de un caudal de agua de calidad y en la cantidad requerida para abastecer a la población.

Zona de estudio

El territorio es de Usme es reconocido por tener una alta riqueza en recursos naturales e hídricos; ya que se encuentra rodeado por abundantes cuerpos de agua, entre ellos los ríos Curubital, Mugroso, Chisacá y Tunjuelo y quebradas como La Requilina, La Regadera, La Leona, La Lajita, Chuniza, Yomasa, Bolonia, Olarte, y Piedra Gorda por mencionar unas. Esta zona se ubica en la cadena montañosa de los Cerros Orientales que cruza la ciudad capitalina de norte a sur y puede llegar a una altura de 3.650 metros sobre el nivel del mar aproximadamente, convirtiéndose por excelencia en un sitio natural de reserva hídrica de la capital de Colombia. Debido a la influencia del páramo de Sumapaz las precipitaciones sufren muchas fluctuaciones a manera de lluvias ligeras pero constantes y otras con densidades fuertes que duran un poco menos, ya que el ecosistema está ligado a la densidad de la lluvia para conservar el bosque alto andino.

Antecedentes.

Debido a la problemática del acceso al agua potable, la sociedad emprendió varias maneras para ser escuchados como bloqueos de vías, y reuniones con diferentes entidades del Estado. Algunas de estas los escucharon y llevaron a cabo, junto con los líderes de Usme la implementación de los acueductos comunitarios para , (Palacio T., Dolly & van der Hammen, Maria & De Urbina, Amparo., 2018) estos acueductos son llamados así porque los responsables de la administración, mantenimiento, y adecuación son actores de la comunidad, representada en los líderes que eligieron y, aunque han tenido diversos tipos de conflictos con algunos entes del gobierno y con la mismos representantes del territorio involucrados en el tema, han podido establecer mesas de diálogo con el distrito de una manera más acertada y cercana, por ello se recibió capacitación para mejorar los aspectos técnicos y normativos del acueducto comunitario. Acorde a esto, los habitantes de este sector ya cuentan con potabilización y suministro en cada una de sus casas, después de una lucha constante y de permanente aprendizaje.

Todo lo anterior fue vital para que la comunidad pudiera gozar de buena calidad de vida en cada una de sus casas y que la lucha que emprendieron algunos habitantes del territorio, avance hacia lo técnico y perdure el abastecimiento de agua potable en una localidad de constante desarrollo.

Marco conceptual

Que es un proceso de potabilización:

Este consiste en la transformación de agua cruda en apta para el consumo humano y varía en función de las características principales de la fuente, pudiendo tener ciertos niveles en su tratamiento; iniciando desde una filtración rápida con una desinfección, hasta procesos más complejos como coagulación, floculación, decantación entre otros.

Procesos de potabilización:

Básicamente estos dependen de las condiciones en la que se encuentra el agua cruda, y de estudios realizados con anterioridad, se considera los tratamientos hídricos de manera primordial para la salud del ser humano y de sus animales. Popularmente en Colombia se realiza tratamiento convencional que consiste en los procesos que se detallan a continuación:

Tabla 1

Proceso de Potabilización Convencional

<i>Fase</i>	<i>Finalidad</i>
Coagulación:	Transformación de solidos no sedimentables en sedimentables
Sedimentación:	Remoción de los sólidos que se sedimentaron
Filtración:	Proceso en la eliminación de solidos finos y en suspensión
Desinfección:	Eliminación de microorganismos patógenos

Fuente: (Guerrero & Romero, 2018)

Importancia de los métodos de potabilización.

Es derecho fundamental consagrado en los objetivos de desarrollo sostenible, que establece que se debe tener acceso universal al agua potable, lamentablemente en Colombia no se cumple con este objetivo elemental para todos sus habitantes, debido a que en las zonas retiradas del área urbana se evidencia una lucha constante por encontrar fuentes de abastecimiento, que aunque requieran de tratamientos, garanticen que el recurso se encuentre en óptimas condiciones para consumo humano, cumpliendo con los estándares de calidad que exige la normatividad, para la prevención de diferentes tipos de enfermedades de origen hídrico que afecta especialmente a la población vulnerable entre ellos los adultos mayores y niños de la primera infancia.

Buenas prácticas de potabilización.

Cuando se potabiliza el agua se debe garantizar una operación técnica que cumpla con los parámetros exigidos en la resolución 2115 del 2007, en cuanto a sus procesos para hacerla apta para su consumo y distribución. Las buenas prácticas de potabilización consisten en asegurar el adecuado tratamiento en las diferentes etapas, además de contar con un mapa de riesgos asociados a la condición y prestación del servicio a corto, mediano y largo plazo. También se deben monitorear algunos indicadores, entre estos se halla el índice de riesgo a la calidad del agua (IRCA), que se asocian a la eficiencia y otros como la continuidad y el estado de la fuente de abastecimiento.

Cloración.

Este proceso es significativo en la erradicación de microorganismos patógenos presentes en las fuentes de abastecimiento causantes de enfermedades en la población, por esta razón es sustancial conocer métodos de aplicación y dosis requeridas que dependen básicamente del caudal que se maneje en las plantas de tratamiento para eliminar estos organismos y garantizar la

calidad del agua.

Parámetros físicos y químicos de la calidad del agua potable

Según lo indicado en la resolución 2115 del 2007, para garantizar un adecuado tratamiento en las plantas de potabilización se debe verificar que cumpla con lo establecido en dicha norma donde se establece los valores máximos aceptables de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos que se señalan en la siguiente tabla:

Tabla 2*Valores de los parámetros máximos aceptables según norma*

Características físicas	Expresadas como	Valor máximo aceptable
Color aparente	Unidades de platino de Cobalto	15
Olor y sabor	Aceptable o no aceptable	Aceptable
Turbiedad	Turbiedad (UNT)	2
Características Químicas	Expresadas como	Valor máximo aceptable
Carbono orgánico total	COT	5,0
Nitritos	NO_2^-	0,1
Nitratos	NO_3^-	10
Fluoruros	F	1,0
Características		
Microbiológicas	Coliformes totales	Escherichia coli
Técnicas utilizadas		
Filtración por membrana	0 UFC/100 cm ³	0 UFC/100 cm ³
Enzima sustrato	< de 1 microorganismo en 100 cm ³	< de 1 microorganismo en 100 cm ³
Sustrato definido	0 microorganismos en 100 cm ³	0 microorganismos en 100 cm ³
Presencia o Ausencia	Ausencia en 100 cm ³	Ausencia en 100 cm ³

Fuente: resolución 2115 del 2007

Marco legal aplicable en Colombia

La Constitución Política de Colombia: en su artículo 366 señala que el bienestar general y el mejoramiento de la calidad de vida son finalidades sociales del estado y que será objetivo fundamental la solución de las necesidades de salud, educación, saneamiento ambiental y agua potable. (CPC, 1991)

Ley 9 de 1979: por medio de la cual se dictan las medidas sanitarias y específicamente en su artículo 3 el control sanitario de las aguas destinadas para el consumo humano. (Congreso d. l., 1979)

Ley 142 de 1994: por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios. (Congreso d. l., 1994)

Ley 373 de 1997: establece el programa de uso eficiente y ahorro del agua. (Congreso d. C., 1997).

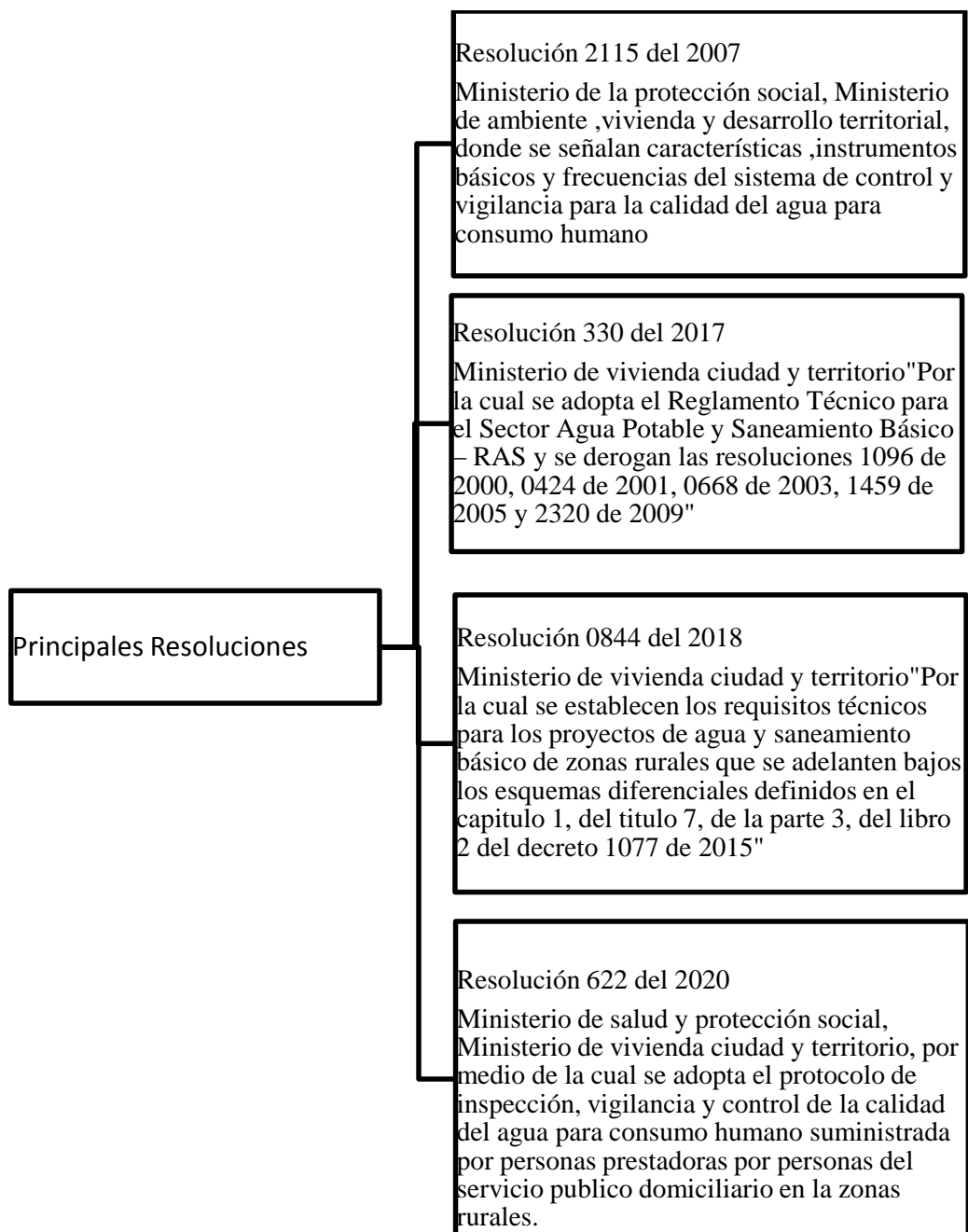
Decreto 1898 de 2016: reglamenta los esquemas diferenciales para la prestación del servicio de aseo, acueducto y alcantarillado en las zonas rurales, debido a que dichos sitios poseen un carácter particular que hace que sean de difícil cumplimiento los parámetros de calidad, cobertura y eficiencia estipulados por la ley. (Ministerio de vivienda ciudad y Territorio, 2016)

Decreto 1594 de 1984: el Ministerio de la protección social. Allí existen unos estándares de calidad del agua acorde a los diversos usos que se le dan, y estos están reglamentados, a pesar de que muchos artículos de este han sido derogados.

Decreto 1575 de 2007: este establece el sistema para la protección y control de la calidad del agua para consumo humano, con el fin de prevenir, monitorear y controlar los riesgos asociados para la salud causados por consumir aguas no apta

Figura 1

Principales resoluciones para el tratamiento de agua potable en Colombia



Fuente: Autoría propia

Tabla 3*Valor de los parámetros para la calidad del agua potable en la población*

Cantidad de personas atendidas	Características físicas, químicas y microbiológicas	Frecuencia mínima para análisis	Número mínimo de muestras a analizar por cada frecuencia
701 a 2000	Turbiedad, color aparente, pH, cloro residual o residual del desinfectante usado, Escherichia coli	Trimestral	1
	Aquellas características físicas, químicas y microbiológicas de interés en salud pública identificadas en el mapa de riesgos	De acuerdo con lo exigido en el mapa de riesgos	De acuerdo con lo exigido en el mapa de riesgos

Fuente: resolución 2115 del 2007

Metodología

Primera Fase de Diagnóstico:

Para conocer el funcionamiento general del sistema y las características principales del punto de captación; se realizó una lista de chequeo con el fin de indagar sobre los requisitos técnicos con los que cuenta la planta de tratamiento y la forma en que el operario realiza sus labores para cumplir con la normatividad del reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico. También se realizaron mediciones de los parámetros exigidos en la resolución 2115 del 2007. Asimismo, se tuvo presente el decreto 1898 de 2016, donde establecen las condiciones de calidad para esquemas diferenciales para la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo en zonas rurales.

Segunda fase de análisis:

Para esta fase se realizaron visitas a la quebrada Piedra Gorda fuente de abastecimiento y a la planta de tratamiento para identificar las etapas de potabilización y suministro. Además, se hicieron mediciones fisicoquímicas y análisis microbiológicos del afluente y efluente para esquemas diferenciales, con el fin de saber la calidad del agua antes y después del proceso. Esto permite evaluar el desempeño del acueducto en cuanto al porcentaje de remoción de los parámetros que se encuentren por fuera de la resolución 2115 del 2007.

Tercera fase de Socialización:

En esta fase se realizó un acompañamiento continuó al fontanero a las partes que conforman el acueducto entre estas: la bocatoma, desarenador, cámaras de reparto, tanques de abastecimiento y filtró con el fin explicarle la manera adecuada de realizar la limpieza, mantenimiento correctivo y preventivo y la periodicidad. Además, con los datos obtenidos de las mediciones realizadas en las temporadas secas y lluviosas del año teniendo en cuenta los

parámetros críticos como es la turbiedad y cloro residual en temporada lluviosa se procedió a capacitar al operario en el ensayo de una curva del desinfectante con el fin de encontrar la dosis óptima para la correcta desinfección del agua y cumplir con las buenas prácticas de potabilización

Adicional a esto se realizó un manual para el acueducto de fácil entendimiento para los operarios y administradores con el fin de que se encuentre la solución a problemas que puedan presentar en el proceso de captación y potabilización.

Desarrollo Fase de diagnostico

La quebrada Piedra Gorda es tributaria del río Curubital; y este a su vez hace parte de una de las tres cuencas que conforman el cauce principal del Tunjuelo, estos afluentes descienden directamente del páramo de Sumapaz para alimentar la represa de Chisacá y el embalse la regadera. Los anteriores cuerpos hídricos con otras quebradas conforman el sistema de abastecimiento de agua potable para la localidad de Usme. Según (SDA, 2010 Las características principales de la cuenca se ven influenciadas por las variaciones de las precipitaciones debido al paso de incidencia intertropical que afecta el primer y segundo semestre del año, con lluvias desde los 1400,00mm/año hasta 1500,00 mm/año.)

Figura 2

Coordenadas geográficas Acueducto rural Olarte 4°25'59"N – 74° 06'56"W



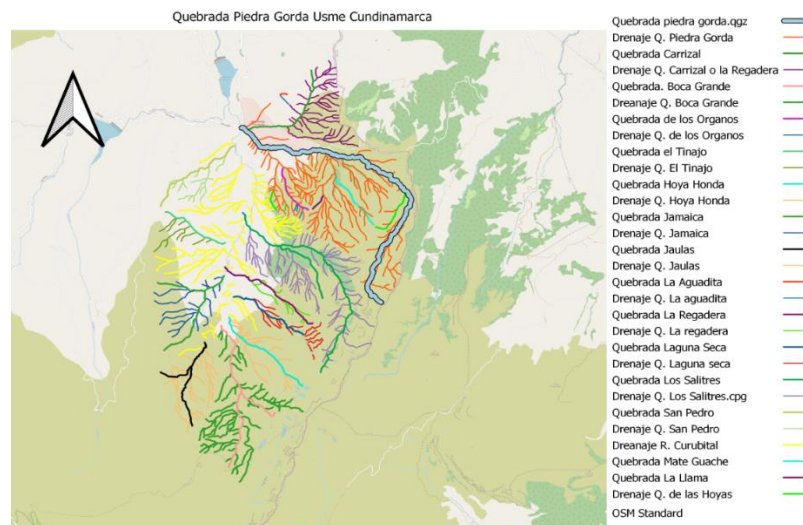
Fuente: Google Earth pro

Figura 3

Fuente de abastecimiento Quebrada Piedra Gorda Usme Cundinamarca



Fuente: Autores

Figura 4*Sistema de drenaje quebrada Piedra Gorda*

Fuente: Autores

La quebrada Piedra Gorda al pertenecer a la cuenca alta del río Tunjuelo desempeña un papel fundamental que es el de regular la cantidad de agua que proviene del páramo de Sumapaz por medio de sus ramificaciones que conforman el sistema de drenaje hacia otras fuentes hídricas como el río Tunjuelo y el embalse la Regadera

Conducción y control de caudal en la fuente de abastecimiento

El Proceso de captación de agua cruda: se realiza con caudal constante en la fuente de abastecimiento superficial mediante la implementación de una bocatoma de tipo fondo rejilla.

El Proceso de aducción del agua cruda es por gravedad: teniendo en cuenta que es mayor la altura en la fuente; el líquido se transporta por conducto cerrado que generalmente trabaja a tubo lleno y mantiene unas presiones iguales a la atmosférica, por ello se requirió instalar en la línea de conducción válvulas de quiebre de presión entre infraestructuras y otros equipos donde pasa el flujo posterior a su captación hasta la PTAP.

Medición de caudal (aforo): se realiza para medir la cantidad de agua que entra a la planta, sin embargo, el sistema no cuenta con medidor al ingreso al sistema.

Figura 5

Regleta para control de caudal en la fuente



Fuente: Autores

La captación del agua se realiza por medio de una rejilla que tiene un doble propósito que es recoger el caudal necesario y retener los sólidos de gran tamaño que pueda llevar la corriente. Después tomar el flujo requerido, el restante es conducido por tubería hasta la cámara de control que su objetivo principal es captar líquido que se necesita para el funcionamiento del acueducto comunitario y devolver el sobrante al afluente.

Figura 6

Rejilla de la fuente de abastecimiento



Fuente: Autores

Figura 7*Cámara de control de caudal*

Fuente: Autores

Cuando se obtiene el caudal necesario autorizado por la CAR (Corporación autónoma regional) para el funcionamiento del acueducto la cámara de control devuelve el excedente a la fuente de abastecimiento.

Figura 8*Desarenador*

Fuente: Autores

La principal función del desarenador es la remoción de material orgánico, grava y arcilla y otros elementos que contiene el agua, que dependiendo del tamaño son de fácil eliminación, además de facilitar el proceso de potabilización en la planta.

Sistema de desinfección realizado en la planta de tratamiento.

El agua sale del desarenador y es conducida por tubería de aducción hacia el acueducto. Primero llega el flujo a un filtro que posee material filtrante compuesto por grava, arena y antracita a fin de retener cualquier impureza que pueda afectar el proceso de desinfección. Posteriormente el fluido ingresa al tanque de abastecimiento que tiene un volumen de $41.3m^3$ y cuenta con un caudal 3.33 L/S. allí se le adiciona por medio de una bomba dosificadora de hipoclorito de sodio.

Procedimiento de desinfección:

En la desinfección se utiliza una disolución de hipoclorito de sodio y agua de la siguiente manera, se emplea una caneca de 60 litros que la dividen en 45 lt de agua y 15 lt de cloro con una concentración del 15%. La dosificación al tanque de abastecimiento se realiza por medio de una bomba dosificadora que actualmente no se encuentra calibrada, esta dosifica el desinfectante concentrado al 3.75 %. Después de la cloración y del reposo el agua tratada ingresa la cámara de reparto donde se distribuye a los usuarios registrados.

Figura 9

Filtro en mal estado



Fuente: Autores

Figura 10

Tanque de abastecimiento de 41,3m³ y con caudal de 3,33l/s



Fuente: Autores

Figura 11*Dosificación de cloro*

Fuente: Autores

Seguimiento a la calidad del agua que se realiza en el acueducto Olarte:

A fin de conocer las características principales de la fuente de abastecimiento, y el funcionamiento general del acueducto; se planteó la aplicación de la lista de chequeo, donde se identificaron varios aspectos en la investigación.

Figura 12*Aplicación lista de chequeo*

Fuente: Autores

Tabla 4*Información general y administrativa del acueducto rural Olarte*

Nombre del acueducto	Aso aguas Claras Olarte
Representante legal	Libardo López
Localidad	Usme
Usuarios registrados	181
Total de personas atendidas	2000
Persona encargada del acueducto	Carlos Moreno trabajo Hasta marzo 2022 por un periodo de 15 años Humberto Mora Ingreso en marzo 2022 (Actual operario)
Tiempo de operación diario	24 horas

Fuente: Autores

El acueducto comunitario Olarte realiza algunos seguimientos a la calidad del agua potable, pero estos no se realizan de manera permanente, para poder garantizar la calidad del agua en cada uno de los parámetros analizados

Tabla 5*Chequeo inicial calidad del agua*

El acueducto cuenta con un laboratorio para ensayos físicos, químicos y microbiológico	Si
Realizan análisis fisicoquímicos	No
Que análisis fisicoquímicos se realizan	pH, Turbiedad y cloro residual
En que etapas del proceso se realiza seguimiento del agua a través de análisis fisicoquímicos y microbiológicos	Se realiza en la captación, Tanque de almacenamiento y en las redes de monitoreo
Con que frecuencia se reporta resultados de los ensayos fisicoquímicos y/o microbiológicos	Fisicoquímicos –diario si se cuenta con los reactivos indicados Microbiológicos semestral
En el acueducto se realizan ensayos de jarras para definir la dosis optimas de coagulante o desinfectante	No
Cuando se realiza el reporte del IRCA a las autoridades sanitarias	Mensual

Fuente: Autores

Análisis Físicoquímicos:

Se realizó medición de parámetros de agua tratada iniciando el 29 de octubre de 2021 hasta el día 2 de mayo del 2022 con el fin de conocer como es el comportamiento de dichas variables en un periodo de tiempo determinado y que tan eficiente es el proceso de potabilización que se está realizando actualmente. Estos datos fueron tomados en temporada seca y lluviosa.

Tabla

6

Cumplimiento de los límites permisibles en la resolución 2115 del 2007

<i>Parámetros</i>	<i>Máximos permisibles en la resolución 2115 del 2007</i>	<i>Temporada seca</i>	<i>Temporada lluviosa</i>
		<i>Cumple al 100%</i> <i>si \no</i>	<i>cumple al 100%</i> <i>si\no</i>
Turbiedad (NTU)	2 NTU	No	No
pH unidades de pH	6,5 – 9,0	Si	Si
Conductividad	1000 $\frac{\mu S}{cm}$	Si	Si
Cloro residual PPM	0,3 – 2,0 ppm	Si	No

Fuente: Autores

Con los datos proporcionados por la estación de monitoreo Santa María de Usme. Se determinó el porcentaje de los parámetros que se midieron en cada uno de las temporadas, en los resultados de la tabla 2 se puede evidenciar que el tratamiento que se hace en el acueducto no cumple con los parámetros de calidad exigidos en la resolución 2115 del 2007, el indicador crítico es la turbiedad y el cloro residual especialmente en la temporada de lluvias, en el funcionamiento del sistema se observa que no se realizan buenas prácticas de potabilización porque no se tiene claro la dosificación de desinfectante a utilizar para no sobrepasar la norma exigida, esto podría generar un riesgo en el suministro de agua potable continuo en la población.

Tabla 7

Comparación de los parámetros de agua tratada

<i>Mes\ día</i>	<i>Parámetros de agua tratada medidos en temporada seca</i>			
	<i>pH</i>	<i>Temperatura</i>	<i>Turbiedad</i>	<i>Cloro libre</i>
	<i>Unidades</i>	<i>C°</i>	<i>NTU</i>	<i>residual (mg/l)</i>
Enero 14-2022	7.4	13.3	1.4	2.03
Enero28- 2022	7.1	13.5	1.7	0.61
Febrero7- 2022	7.2	13.2	1.56	1.08
Febrero 9 -2021	8.3	13.4	1.92	1.91
Febrero18- 2022	6.88	13.7	0.93	1.56
<i>Mes\ día</i>	<i>Parámetros de agua tratada medidos en temporada lluviosa</i>			
	<i>pH</i>	<i>Temperatura</i>	<i>Turbiedad</i>	<i>Cloro libre</i>
	<i>Unidades</i>	<i>C°</i>	<i>NTU</i>	<i>residual (mg/l)</i>
Octubre 29- 2021	6.80	13.1	3.87	2.25
Noviembre 3- 2021	7.2	12.58	2.68	2.01
Noviembre 10-2021	6.80	13.2	2.48	1.98
Noviembre 17-2021	6.25	13.2	2.05	2.05
Noviembre 22-2021	6.83	12.68	4.07	1.44

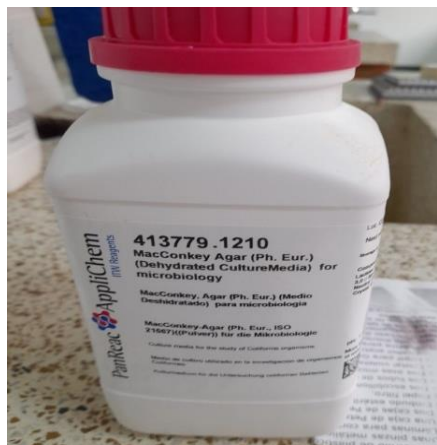
Análisis microbiológicos:

Procedimiento para el aislamiento de coliformes, Salmonella y Shigella con el Agar

Para los análisis de laboratorio estos se realizaron en la sede Nacional de la UNAD José Celestino Mutis, donde se utilizó Agar MacConkey como cultivo que es un medio selectivo para el aislamiento de organismos coliformes, Salmonella y Shigella.

Figura 13

Presentación del Agar MacConkey deshidratado por 500 gramos



Fuente: Autores

Para la preparación del medio de cultivo se hidrato 5 gramos de este en 100 ml de agua destilada, se dejó reposar por 10 minutos calentando y agitando frecuentemente llegando a el punto de ebullición hasta disolverlo por completo. Luego se esterilizo en autoclave a una temperatura de 121°c las cajas Petri a utilizar para la siembra, y las asas que previamente estaban envueltas en papel Kraft con las que se esparció las muestras en la siembra.

Figura 14

Medio de cultivo deshidratado en la plancha de calentamiento



Fuente: Autores

Figura 15

Cajas Petri y asas en papel Kraft



Fuente: Autores

Figura 16

Esterilización de las cajas Petri y las asas a 121°C



Fuente: Autores

Después de realizar la esterilización en la autoclave, se dejó enfriar cuando se agregó el medio de cultivo a las cajas petri esterilizadas alrededor del mechero encendido para garantizar la inocuidad, luego se dejaron en refrigeración de 2°C a 8°C. El método de siembra fue por estría cruzada y este se realizó con las muestras de la bocatoma y agua tratada en el acueducto Rural Olarte, y se incubaron por un periodo de 24 horas a una temperatura de 35°C.

Figura 17

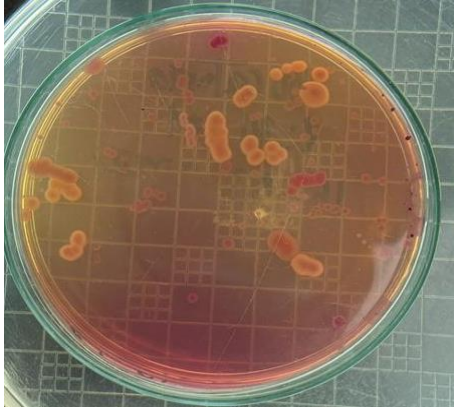
Cultivos en cajas Petri



Fuente: Autores

Figura 18

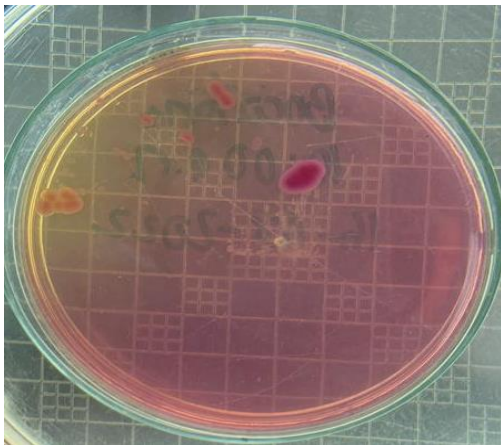
Resultados de las muestras Microbiológicas en la bocatoma



Fuente: Autores

Figura 19

Muestras microbiológicas en la bocatoma



Fuente: Autores

Estas pruebas microbiológicas se realizaron con base en la resolución 2115 del 2007, donde se establece que se puede realizar este tipo de análisis teniendo en cuenta la presencia o ausencia de coliformes en 100ml. En las imágenes 18 y 19 que pertenecen a la bocatoma del acueducto rural Olarte, se consiguen evidenciar estos, siendo el principal indicador de contaminación microbiológica, ya que son bacterias que se encuentran en el sistema digestivo de los mamíferos y aves, llegando al agua por las heces fecales de los animales que trae como consecuencia enfermedades gastrointestinales y parasitarias en la población.

Figura 20

Zona de pastoreo cerca de la bocatoma



Fuente: Autores

Figura 21

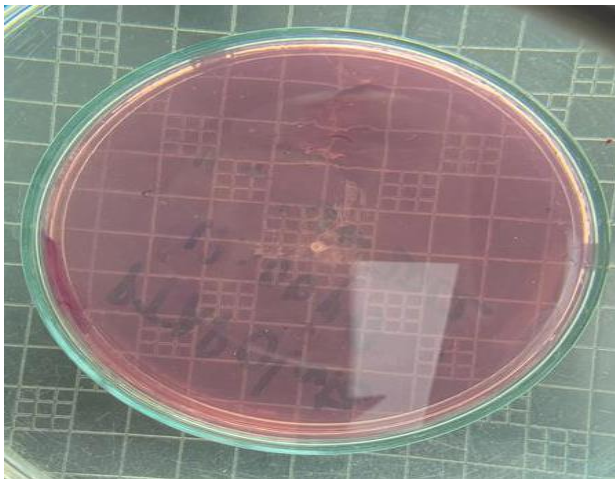
Ganado cerca al desarenador



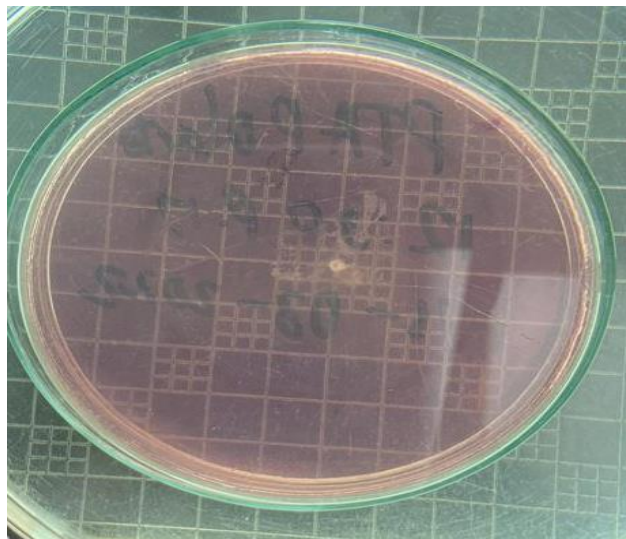
Fuente: Autores

Figura 22

Resultados microbiológicos del agua tratada en el acueducto



Fuente: Autores

Figura 23*Resultados agua tratada*

Fuente: Autores

Teniendo en cuenta la resolución 2115 del 2007, Nombrada anteriormente, establece la presencia o ausencia de coliformes en 100 ml de la muestra a tratar. En este caso el agua después del tratamiento en el acueducto, se puede apreciar la ausencia de coliformes en las imágenes 22 y 23, esto se debe a la eficiencia en el sistema de desinfección realizado en el acueducto veredal para garantizar la calidad en la prestación del servicio hídrico.

Diagnóstico de la infraestructura:

Bocatoma: esta estructura presenta daños que alteran su funcionamiento; debido a que en la actualidad se recibe el caudal de suministro por una manguera que se instaló aguas arriba a fin de disminuir los problemas asociados a turbidez elevada sobre todo en épocas de lluvias, por otro lado, una de las tapas que resguardan la caja de rebose de flujo tiene oxidación y ruptura,

además, de observarse grietas en el asfalto, la rejilla no se encuentra funcionando y las válvulas presentan están oxidadas lo que dificulta su manipulación.

Figura 24

Manguera en bocatoma



Fuente: Autores

Tubería Bocatoma a Desarenador: según lo que se pudo evidenciar en las visitas, la mayoría de esta se encuentra enterrada, lo que dificulta un análisis preciso para verificar su condición, sin embargo, no se evidencia encharcamiento de agua en el suelo por donde se pasa. Las válvulas de llegada al desarenador poseen oxidación y corrosión.

Desarenador: este no presenta graves afectaciones a la vista, sin embargo, se identificó una evidencia clara de fuga debido a que la válvula para desagüe y mantenimiento se encuentra bastante desgastada, interrumpiendo en la operación de abrir y cerrar para los mantenimientos de limpieza que se deben realizar allí, esto puede ocasionar que no se tenga en nivel suficiente en el

desarenador para abastecer la planta de tratamiento. Las tapas que cubren la estructura no presentan daños, aunque si oxidación.

Figura 25

Mantenimiento desarenador



Fuente: Autores

Tubería Desarenador a PTAP: según lo que se evidencia la mayor parte del ducto se encuentra enterrada, lo que dificulta el análisis, aunque no se observa encharcamientos de agua que nos pueden demostrar la existencia de fugas.

Filtro PTAP: el lecho filtrante funciona óptimamente, con desempeño adecuado del retro lavado, las paredes externas están pintadas, las válvulas y tubería se encuentran en buen estado, sin embargo, se evidencio en las visitas realizadas a la planta que el equipo duro sin funcionar 8 meses debido a falta de materiales requeridos para la composición de sus lechos, actualmente se encuentra activo.

Figura 26

Filtro actual en operación después del mantenimiento realizado



Fuente: Autores

Para conocer el porcentaje de remoción de turbiedad del filtro después del mantenimiento se aplico la siguiente ecuacion:

$$\% \text{ remoción} = \frac{(\text{turbidez afluente} - \text{turbidez efluente})}{\text{turbidez afluente}} \times 100$$

Los datos para la aplicación de la ecuacion fueron suministrados por el operario de acuerdo con una medición de parámetros que realizaron el 31 de marzo, junto con el hospital de Usme, que es el encargado de realizar los estudios microbiológicos y la trazabilidad de las muestras fisicoquímicas para reportar a la secretaria de salud la calidad del agua suministrada por el acueduto.

$$\% \text{ remoción} = \frac{(3.63 - 1.39)}{3.63} \times 100$$

$$\% \text{ remoción} = 61.70 \%$$

El porcentaje de remoción del filtro es amplio considerando que la turbiedad del afluente es alta especialmente es temporada lluviosa, y es un parámetro crítico al que se debe buscar una solución eficaz y esta se logra con el adecuado funcionamiento de la filtración, por ello, en esto radica la importancia del mantenimiento correctivo y preventivo en cada uno de los elementos que integran el acueducto comunitario.

Tanque de Cloración: este presenta deterioro en sus paredes internas y externas por acción del tiempo y el uso, adicionalmente se evidencia corrosión en varios elementos de la zona donde se dosifica el químico.

Figura 27

Tanque de Cloro



Fuente: Autores

Tubería de PTAP a tanque de Almacenamiento: algunos tubos se encuentran expuestos a la intemperie, se evidencia un medidor, pero este se encuentra averiado.

Figura 28*Medidor de agua dañado*

Fuente: Autores

Tanque de Almacenamiento: este se evidencia sin grietas o fugas, las tapas se encuentran con oxidación, y en sus cajas se hallan válvulas que carecen de mantenimiento correctivo.

Figura 29*Tanque de Almacenamiento*

Fuente: Autores

Fase de análisis

La fase de análisis se realizó teniendo en cuenta el periodo anual de precipitaciones de Bogotá que se identifica como un ciclo Bimodal donde se establecen dos temporadas secas o de menos lluvia y otras dos lluviosas, típico de las zonas que pertenecen a la región Andina (Idiger 2019).

Teniendo en cuenta esta información se realizaron mediciones de los parámetros evaluados por la secretaria de salud del distrito para esquemas diferenciales como es el caso del acueducto rural Olarte.

Tabla 8

Límites permisibles de parámetros in situ en el tratamiento de agua potable

<i>Parámetros</i>	<i>Límites permisibles</i>	<i>Observaciones generales</i>
<i>Cloro libre residual</i> <i>(mg\l) =ppm</i>	<i>0.3-2</i>	<i>Monitoreo continuo de medición de los parámetros in situ</i>
<i>pH</i>	<i>6.5- 9.0</i>	
<i>Turbiedad (NTU)</i>	<i>2</i>	
<i>Temperatura</i>	<i>15</i>	
<i>Conductividad</i>	<i>1000</i>	

Fuente: Resolución 2115 del 2007

Identificación de variables:

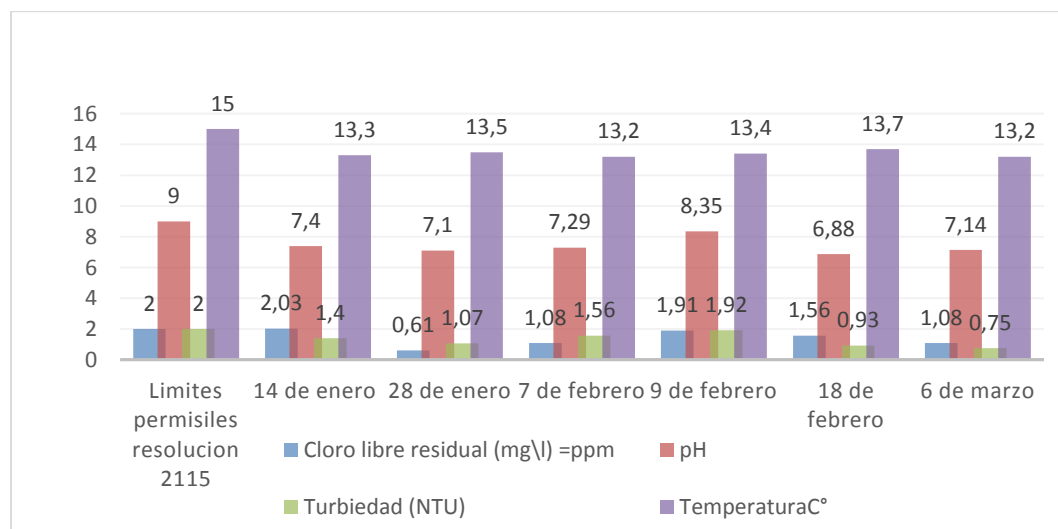
Para conocer la cantidad de datos que se midieron en temporada seca y lluviosa de agua tratada y cruda se solicitó información al IDEAM de las fechas en las que se realizaron la medición de parámetros de las precipitaciones registradas en la estación de monitoreo pluviométrico Santa María de Usme, se eligió esta por la cercanía a la fuente de abastecimiento y porque pertenece a

la red de caracterización climática de la cuenca alta del río Tunjuelo de la cual hace parte la quebrada Piedra gorda.

Después de identificar los valores de los parámetros del tratamiento y verificar si fueron tomados en temporada seca o lluviosa según los resultados de la estación de monitoreo, se procedió a realizar unas gráficas para contrastar los máximos permisibles en la resolución 2115 del con los datos obtenidos en la medición para esquemas diferenciales con el fin de conocer la eficiencia del acueducto en cuanto a la remoción de turbiedad y la dosificación de cloro adecuada para obtener el residual necesario para asegurar la desinfección del agua para consumo humano y cumplir con la normatividad vigente.

Figura 30

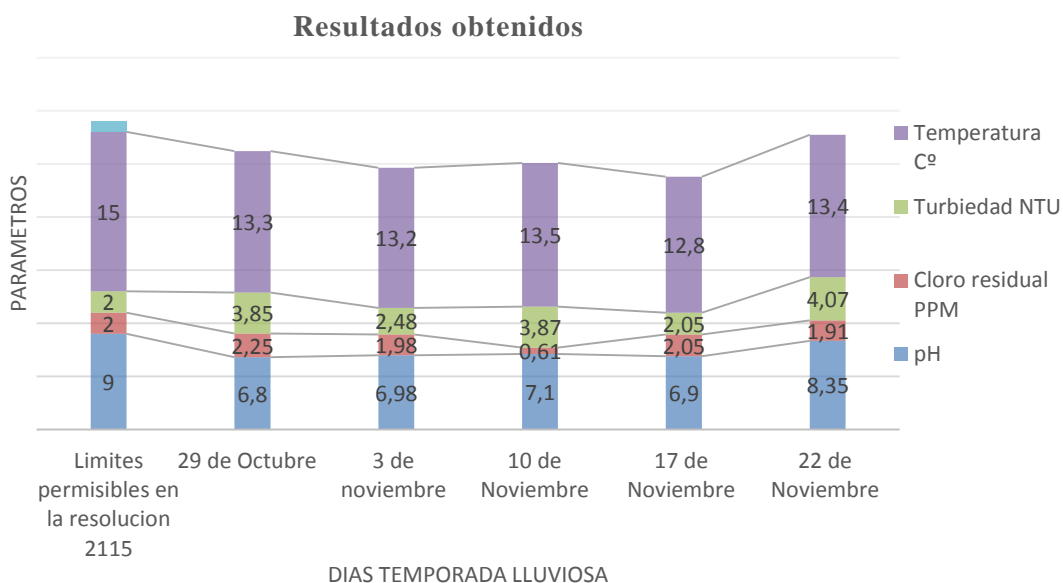
Límites resolución 2115 vs parámetros medidos en temporada seca



Fuente: Autores

Figura 31

Límites resolución 2115, vs parámetros medidos en temporada lluviosa



Fuente: Autores

Según los datos obtenidos en la figura 30 se evidencia que todos los parámetros de agua tratada medidos en temporada seca, cumplen con los máximos permisibles exigidos en la resolución 2115 del 2007 expedida por el Ministerio de la protección social-Ministerio de vivienda y desarrollo territorial

Esto se debe principalmente a que en estos meses secos la turbiedad con la que ingresa el agua al acueducto se puede controlar de manera eficaz con el tratamiento proporcionado porque las partículas en suspensión pueden ser removidas por medio del filtro. Sin embargo, es muy conveniente realizar monitoreo continuo en esta temporada debido a la ubicación geográfica de la fuente de abastecimiento que es muy cercana al páramo de Sumapaz donde se presentan lluvias constantes, aunque con menos densidad en época de estiaje.

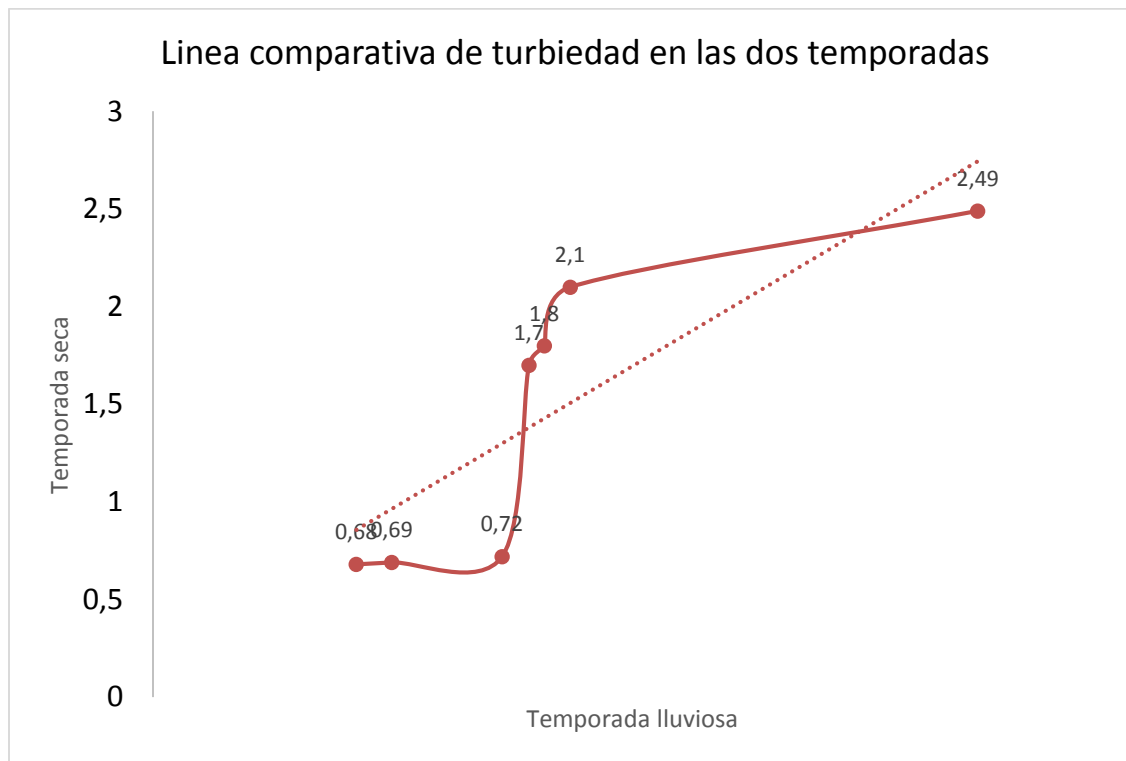
En la figura 31 se puede apreciar que los parámetros que se encuentran por fuera de los límites permisibles en la resolución 2115 expedida por el Ministerio de la protección social son la turbiedad y el cloro residual en algunos días como el 29 de octubre y 17 de noviembre. Esto se debe principalmente a que en los meses de temporada lluviosa el agua captada trae una alta cantidad de sólidos suspendidos, arcillas y material orgánico que llegan por arrastre a la bocatoma y a la tubería de aducción de la planta de tratamiento comprometiendo las condiciones del líquido para consumo humano.

Interpretación de los resultados:

En temporadas de lluvia intensa que son constantes en la localidad de Usme, el fontanero se ve obligado a suspender el servicio de agua para lograr retirar las partículas de manera artesanal por medio de mallas, o elevar la demanda de cloro en el sistema de desinfección para controlar la turbiedad. Esto puede generar una sobre cloración en el tratamiento y desencadenar en problemas de salud en la población; siendo una clara evidencia de la falta de conocimiento técnico del operario en el modo correcto de remover los coloides causantes de la turbidez y de calcular la dosis optima de desinfectante de acuerdo con las características iniciales de la fuente, ante estas dificultades se realizaron capacitaciones en cuanto al modo de realizar medición de parámetros y monitoreo frecuente en diferentes puntos, y en la forma correcta de analizar una curva del desinfectante utilizado considerando los pocos recursos con los que cuenta el acueducto.

Figura 32

Línea comparativa de turbiedad en agua cruda en las 2 temporadas



Fuente: Autores

En la ilustración 32 se observa una tendencia al incremento de la turbiedad especialmente en la temporada lluviosa, esto compromete la eficacia del acueducto en el proceso de desinfección porque un elevado valor en este parámetro establece la presencia de partículas en suspensión como arena, limos y materia orgánica que contribuye al aumento de microorganismos patógenos, considerando que en la planta de tratamiento los análisis microbiológicos se realizan semestralmente, es urgente realizar un acompañamiento continuo por parte de las entidades encargadas de estos estudios para prevenir enfermedades en la población y asegurar la calidad del agua.

Fase final de socialización y capacitación

Con los resultados de los análisis que se realizaron, teniendo en cuenta el periodo anual de precipitaciones de Bogotá. Se identificó las falencias que tienen los operarios en cuanto a la remoción de turbiedad que es un parámetro crítico que compromete la calidad del agua para consumo humano, especialmente en temporada lluviosa. Esto se hizo considerando los resultados de laboratorio y la elaboración de estudios de trazabilidad de acuerdo con las características del afluente y las particularidades para esquemas diferenciales (Palacio et al. 2018).

Debido a estas condiciones se realizó un recorrido con el operario en cada uno de los elementos que integran el tren de tratamiento con el fin de explicar la importancia de la limpieza y mantenimiento de las estructuras y la periodicidad con la que se debe realizar para evitar incrustaciones en el filtro daños en la tubería de aducción y reducir el contenido de solidos suspendidos y lodo en el desarenador, tanques de abastecimiento y cámaras de reparto. Acorde a los resultados obtenidos y con los ajustes sugeridos al proceso se procedió a diseñar un manual didáctico del sistema que sirve como instrumento de orientación para un adecuado control operacional. Además, se llevó a cabo una capacitación de fácil comprensión para los administradores y fontaneros de la planta de tratamiento, con el fin de que encuentren la solución a los riesgos asociados a los límites permisibles, Toda esta información quedo registrada en dicho documento diseñado para el acueducto comunitario Olarte

Acompañamiento: mantenimiento y limpieza

Figura 33

Mantenimiento punto de captación



Fuente: Autores.

Figura 34

Mantenimiento y limpieza del desarenador



Fuente: Autores

Figura 35*Limpieza en el tanque de abastecimiento*

Fuente: Autores

Capacitación de la curva de cloro:

Uno de los riesgos críticos encontrados en la trazabilidad de parámetros y análisis del sistema de potabilización, es el proceso de cloración, siendo el principal método de eliminación de agentes patógenos presentes en el agua causantes de problemas de salubridad como la según la enfermedad diarreica aguda (EDA), especialmente asociada a la población infantil menor de cinco años de los países de desarrollo. Según (OMS 2015).

Este padecimiento es la causa subyacente de la muerte de 1.8 millones niños en el mundo anualmente

Considerando el método de desinfección de la planta de tratamiento, se realizó capacitación de ensayos de demanda de cloro ya que permite entender el comportamiento de las variaciones del desinfectante con base en los contaminantes presentes en el agua. Además, este

proceso se Adapta a las condiciones socioeconómicas del acueducto comunitario y ofrece oportunidad de mejora continua en el sistema.

Información preparación solución madre y patrones:

Características iniciales del agua

PH=6.09

Turbiedad (NTU)=4.06

Concentración solución blancox (%p/p)= 5,25

*Nota. Dato empaque y hoja de seguridad

5.25 gramos de hipoclorito en 100 gramos de solución

Densidad de la solución (g/mL)= 1,05

Concentración en (g/mL)= 0,055125

Concentración en (mg/L)= 55125

Vinicial solución blancox (mL)= 10

Vsl madre patrón (mL)= 10000

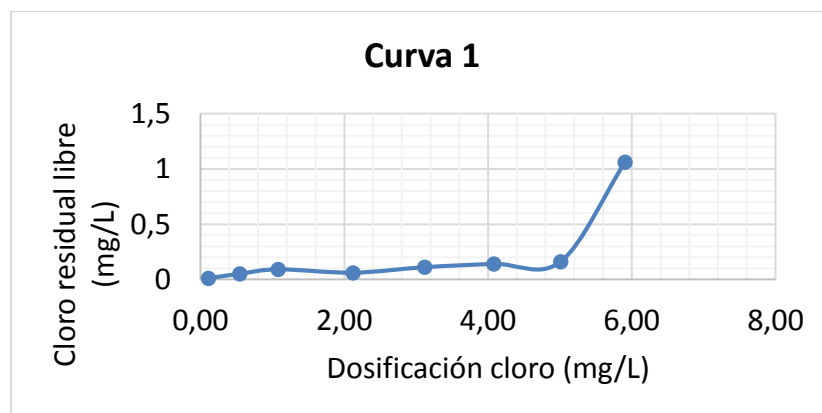
Concentración sln madre (mg/L)= 55,125

Volumen jarra (mL)= 500

Tabla 9*Datos para la curva 1*

<i>Volumen sln madre (mL)</i>	<i>Concentración patrón (mg/L)</i>	<i>Concentración cloro residual (mg/L)</i>
1,0	0,11	0,01
5,0	0,55	0,05
10	1,08	0,09
20	2,12	0,06
30	3,12	0,11
40	4,08	0,14
50	5,01	0,16
60	5,91	1,06

Fuente: Autores.

Figura 36*Curva de cloro 1*

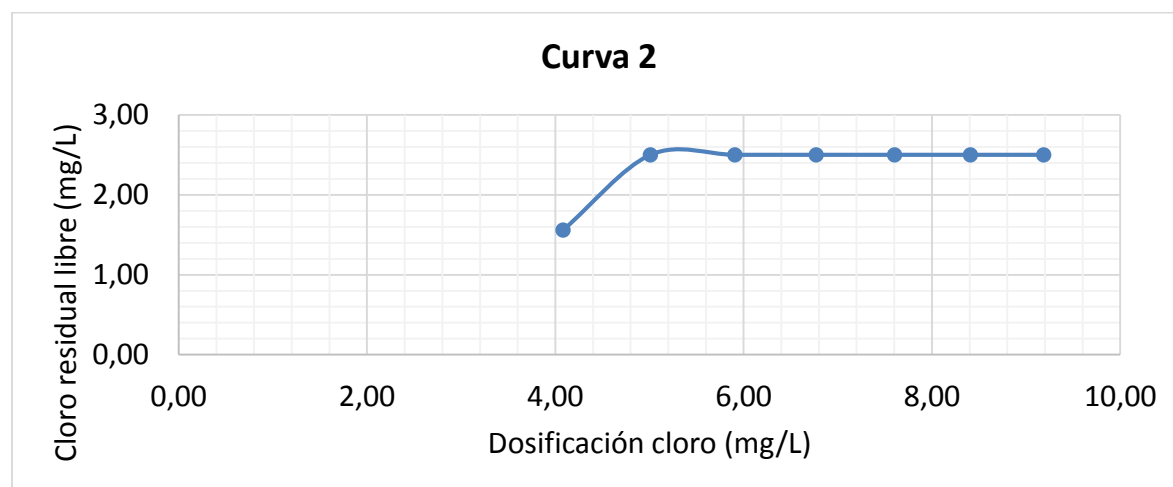
Fuente: Autores

Tabla 10

Datos para la curva 2

<i>Volumen sln madre (mL)</i>	<i>Concentración patrón (mg/L)</i>	<i>Concentración cloro residual (mg/L)</i>
40	4,08	1,56
50	5,01	2,50
60	5,91	2,50
70	6,77	2,50
80	7,60	2,50
90	8,41	2,50
100	9,19	2,50

Fuente: Autores

Figura 37*Curva de cloro2*

Fuente: Autores

Claramente se puede evidenciar que la curva 2 es donde el cloro residual se empieza a estabilizar a partir de los 4 (mg/L) con una concentración cercana de desinfectante de 1.56 que es el valor que más se ajusta a los límites permisibles en la resolución 2115 del 2007 que es de 2 (ppm) esta es la dosificación que debemos emplear para obtener la residualidad necesaria para realizar una desinfección adecuada hasta la última casa a la que llega el servicio.

Figura 38

Capacitación al operario



Fuente: Autores

Figura 39

Solución patrón



Fuente: Autores

Figura 40

Medición del cloro residual obtenido



Fuente: Autores

Estas capacitaciones son de gran importancia y tienen un valor agregado porque los administradores y en especial los operarios deben enfrentar las variaciones climatológicas de esta zona donde la llovizna es permanente, por esto, se debe prestar interés en los meses de temporada lluviosa por el manejo que le debería dar a los sólidos suspendidos totales y la alta carga orgánica con la que ingresa el agua al acueducto.

Resultados y discusión

Vigilancia con Análisis fisicoquímicos, microbiológicos y organolépticos

La planta de tratamiento no cuenta con un laboratorio adecuado para estos análisis, ni equipos o y tampoco realiza capacitación al fontanero, solo se realiza de forma interna la medición de PH, Turbidez y Cloro como mediciones básicas. En general este proceso lo ejecuta de manera externa la secretaria de Salud, para el caso funcionarios del hospital de Usme; basándose en la resolución 2115 de 2007 expedida por el Ministerio de la protección social-Ministerio de vivienda y desarrollo territorial, el IRCA, lo expiden los funcionarios del hospital en donde se notifica especialmente a la asociación de usuarios del acueducto veredal Olarte Aso-Aso aguas Claras, el reporte en detalle de los datos que se obtuvieron de lo analizado en la muestra tomada al sistema de abastecimiento y el cumplimiento de los parámetros analizados según la normativa. Los reportes han sido satisfactorios, siendo evidente el incumplimiento de la turbiedad en época de lluvias.

Sin embargo, es primordial el acompañamiento continuo por parte de los funcionarios del hospital de Usme porque se incumple con la frecuencia con la que se debe realizar los análisis microbiológicos que es trimestral según la resolución 2115, y en el acueducto lo están realizando semestral esto puede generar un incumplimiento en la calidad del agua debido a la alta turbiedad que presenta en temporada lluviosa que favorece el incremento de microorganismos patógenos.

Fallas en el sistema de seguimiento a la calidad del agua:

Desde el inicio de la investigación se notó que la bocatoma no estaba funcionando de una manera correcta, debido a que la rejilla de captación la tenía tapada y estaban suministrando agua por medio de una manguera aguas arriba del mismo afluente.

Durante las vistas se pudo evidenciar en varias ocasiones que el operario no contaba con los reactivos suficientes para determinar el cloro residual en el sistema, lo que determina que carece de las herramientas y elementos necesarios para realizar su trabajo de una manera pertinente y adecuada, además la planta cuenta con equipos para medición de parámetros como turbidímetro, pero estos no son suministrados por el administrador para la realización de dichos análisis.

Por otro lado, como se enuncio en el diagnóstico realizado a todo el sistema se notó que varias válvulas están presentando corrosión y deficiencias para su manipulación y funcionamiento; debido a que muchas de estas no cierran totalmente, lo que conllevaría a daños más fuertes e incluso desabastecimiento del acueducto.

Si bien el sistema está diseñado para clorar el total de agua que ingresa al sistema de abastecimiento, en horas de la noche cuando el tanque de suministro se llena, la cloración se detiene por la señal de nivel alto del flotador, pero se sigue permitiendo el paso de líquido por este, lo que repercute en bajas concentraciones de cloro porque el caudal que continua pasando se devuelve al afluente por rebose con la cantidad de desinfectante suministrado.

Conclusiones

En temporada seca los parámetros cumplen con la resolución 2115 de 2007 en contraste con la época de lluvia donde se evidencian cambios significativos.

Es primordial definir los mantenimientos que se requieren en el acueducto; preventivo y correctivo oportunamente para evitar daños graves en el sistema, ya que se encontraron diferentes fallas en varias estructuras que necesitan mantenimiento a fin de disminuir afectaciones a la comunidad con la prestación del servicio.

Según resultados obtenidos en laboratorio con los análisis microbiológicos, la potabilización tuvo una eficiencia del 100% en cuanto a la eliminación de la presencia de coliformes fecales.

La capacitación y acompañamiento continuo del personal que maneja la planta de tratamiento es vital en los procesos que desarrolla el acueducto a fin de brindar herramientas que faciliten su operación.

Se analizó que en horas de la noche la cloración se detiene por el nivel del tanque de almacenamiento, pero como sigue pasando agua, debido a que la cámara de rebose se encuentra después de la estructura, lo que genera deficiencias en el sistema como gasto de químico y bajo porcentaje en las mañanas.

Recomendaciones

Es fundamental realizar la curva de cloro para conocer la dosis óptima que se requiere en el agua a tratar de acuerdo con la turbiedad y los diferentes caudales que se puedan presentar en temporadas secas o lluviosas propias de la zona.

Se deben verificar los tiempos de contacto del cloro a fin de calcular la cantidad necesaria de producto químico en la desinfección del agua, esto con el fin de evitar dosis altas en la cloración y mejorar la efectividad de residualidad del desinfectante.

Se recomienda colocar un punto de muestreo de agua cruda en el acueducto luego del paso por el lecho filtrante para conocer las características iniciales y verificar el funcionamiento del filtro de acuerdo con la remoción de turbiedad.

Se considera trascendental conservar la zona de captación aislada de ganado, a fin de limitar patógenos en el agua que se observaron en el laboratorio. Para esto se requiere un acompañamiento de la CAR en función de definir los límites privados.

Se requiere crear vínculos con el hospital de Usme a fin de tomar las muestras microbiológicas acorde a los parámetros de la normativa debido a que se realizan cada 6 meses y la norma los recomienda trimestral.

Referencias

- Amaya Ospina C. García Álvarez & Suaza Arboleda, U. (2017). *Los acueductos como medio para potencializar el desarrollo en las comunidades rurales en Colombia*. Doctoral dissertation, Posgrado. Sitio web: <https://repository.uniminuto.edu/handle/10656/5433>
- Bertomeu Sanchez, S. &. (2018). Water and sanitation in Latin America and the Caribbean: An update on the state of the sector. *Robert Schuman Centre for Advanced Studies Research Paper No. RSCAS, 10*. Sitio web: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3157143
- Bolivia, U. (1993). *MANUAL DE OPERACION Y MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE RURALES POR GRAVEDAD*. Sitio web: <https://es.ircwash.org/sites/default/files/221-93MA-18138.pdf>
- Campos, S. y. (19 de junio de 2018). ¿Transparente como el agua? El 10% de la inversión en infraestructuras de agua en América Latina y el Caribe se pierde por culpa de la corrupción. *El País*. Sitio web: https://elpais.com/elpais/2018/06/11/planeta_futuro/1528751753_936684.html
- Castellanos Sánchez, M. T. (2016). Valoración Económica Del Recurso Natural Agua Del Humedal Coroncoro De Villavicencio. *Lámpsakos*, (16),.[fecha de Consulta 8 de Mayo de 2022]. 33-43. Sitio web: <https://www.redalyc.org/journal/6139/613964501003/html/>
- Castellanos, N. O. (2021). *Ordenamiento territorial y conflictos socioambientales: el caso territorio Mochuelo Alto, Cuenca Media del Río Tunjuelo Bogotá DC*. Sitio web: <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/57653>

- CEPAL. (2020). *El rol de los recursos naturales ante la pandemia por el COVID-19 en América Latina y el Caribe*. Sitio web: <https://www.cepal.org/es/enfoques/rol-recursos-naturales-la-pandemia-covid-19-america-latina-caribe>
- Congreso, d. C. (1997). *Ley 373*. Bogotá D.C. Sitio web: http://www.saludcapital.gov.co/Normo/gsp/ley_373_de_1997.pdf
- Congreso, d. l. (1979). *Ley 9*. Bogotá D.E. Sitio web: https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/LEY%200009%20DE%201979.pdf
- Congreso, d. l. (1994). *ley 142*. Sitio web: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=2752>
- Correa, H. D. (2006). *Acueductos comunitarios. Patrimonio público y movimientos sociales*. Sitio web: https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2010/10/6172acueductos_comunitarios.pdf
- CPC. (1991). *CONSTITUCION POLITICA DE COLOMBIA*. Sitio web: <https://dapre.presidencia.gov.co/normativa/normativa/Constitucion-Politica-Colombia-1991.pdf>
- Datshkovsky D. Gomez V. & Machado F. (2021). *Servicios de agua y saneamiento en América Latina: panorama 2021*. Sitio web: <https://publications.iadb.org/es/servicios-de-agua-y-saneamiento-en-america-latina-panorama-de-acceso-y-calidad>
- FAO. (2021). Rodeada de fuentes hídricas, pero sin agua potable, la ironía del Amazonas. Sitio web: <https://www.fao.org/in-action/mesoamerica-sin-hambre/noticias-eventos/detail-events/fr/c/1398845/>
- Gagarin, M. &. (2010). *The Oxford Encyclopedia of Ancient Greece and Rome (Vol. 1)*. Oxford : University Press on Demand. Sitio web:

<https://www.oxfordreference.com/view/10.1093/acref/9780195170726.001.0001/acref-9780195170726>

Guerrero & Romero. (2018). Evaluación de la planta de tratamiento de agua potable del sector La Loma del Cabí, en el municipio de Quibdó. *Escuela Colombiana de Ingeniería*, 67-71.

Sitio web: <https://repositorio.escuelaing.edu.co/handle/001/881?show=full>

Hernandez S & Raigoso G. (2018). *DISEÑO DEL PLAN DE MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE POTABILIZACIÓN DEL ACUEDUCTO COMUNITARIO DE LA VEREDA AGUA LINDA CHIGUAZA*. Bogota D.C. Sitio web:

<https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/14066w>

Ibarra & Salgado. (2021). *Descripción de la gestión administrativa, ambiental y sanitaria, del sistema de acueducto multiveredal administrado por la Asociación de Usuarios AsuClara en el municipio de Ebéjico para el año 2020*. Sitio web:

<https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/20147>

IDIGER. (2019). *CARACTERIZACIÓN CLIMATOLÓGICA DE BOGOTÁ, COMO UN APORTE AL FORTALECIMIENTO DE LA RED HIDROMETEOROLÓGICA DE BOGOTÁ (RHB)*. Bogotá D.C. Sitio web:

<https://www.idiger.gov.co/documents/20182/558631/Caract+Climatol%C3%B3gica+-+Bogot%C3%A1+%281%29.pdf/b5dbcea1-d291-40a0-8ee8-71ca322edcab>

INS, I. N. (2015). *Enfermedades Vehiculizadas por Agua-EVA e Índice de Riesgo de la Calidad-IRCA. Colombia 2014*. Bogotá D.C. Sitio web:

<https://www.ins.gov.co/sivicap/Documentacin%20SIVICAP/2015%20Enfermedades%20Vehiculizadas%20por%20Agua%202014.pdf>

Jimenez S. & Lopez N. (2016). *MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE SAN ANTONIO- ASOCIACIÓN SUCUNETA*. UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS, Bogota D.C. Sitio web: <https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/4195>

Lizarazo, Y. M. (2018). *Análisis hidrológico de la cuenca alta del Río Tunjuelo en el páramo Sumapaz y predicción ante escenarios climáticos: Estimación del rendimiento hídrico vs escenarios climáticos*. Sitio web:

<https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/handle/20.500.12010/3401>

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

(2007). *Resolución 2115*. Sitio web: https://scj.gov.co/sites/default/files/marco-legal/Res_2115_de_2007.pdf

Ministerio de la protección Social. (2007). *Decreto 1575*. Sitio web:

<https://www.ins.gov.co/TyS/Documents/Decreto%201575%20de%202007,MPS-MAVDT.pdf>

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2016). *Decreto 1898*. Sitio web:

<https://www.minvivienda.gov.co/normativa/decreto-1898-2016>

Ministerio de vivienda ciudad y Territorio. (2016). *Decreto 1898*. Bogotá. Sitio web:

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=78173>

Ministerio de Vivienda, C. y. (2018). *Resolución 0844*. Bogotá. Sitio web:

<https://www.minvivienda.gov.co/sites/default/files/documentos/0844-2018.pdf>

Minsalud, Y Protección Social, Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio. (2020). *Resolución 622*. Bogotá. Sitio web:

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

Moreno, J. (2020). Los Retos del Acceso a Agua Potable y Saneamiento Básico de las Zonas Rurales en Colombia. *Revista de Ingeniería*. Sitio web:

<https://revistas.uniandes.edu.co/doi/full/10.16924/revinge.49.5>

Narváez, L. L. (2020). *Evaluación de los niveles de contaminación por coliformes totales y fecales en la red de distribución de agua potable en la parroquia la peña del cantón pasaje-el oro*. Universidad agraria del ecuador. Sitio web:

<https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/LEON%20NARVAEZ%20LUIS%20FERNANDO.pdf>

Network, I. (2021). Agua y corrupción en América Latina. Sitio web:

<https://knowledgehub.transparency.org/helpdesk/agua-y-corrupci%C3%B3n-en-am%C3%A9rica-latina>

OMS. (2015). *Informe de la OMS señala que los niños menores de 5 años representan casi un tercio de las muertes por enfermedades de transmisión alimentaria*. Ginebra. Sitio web:

<https://www.who.int/es/news/item/03-12-2015-who-s-first-ever-global-estimates-of-foodborne-diseases-find-children-under-5-account-for-almost-one-third-of-deaths>

Ordóñez, J. (2020). El agua y el sector rural en Colombia. *Revista de Ingeniería*. Sitio web:

<https://revistas.uniandes.edu.co/doi/full/10.16924/revinge.49.3>

Palacio T., Dolly & van der Hammen, Maria & De Urbina, Amparo. (2018). Fuentes Vivas en el Borde. Investigación y experiencias colaborativas para la gobernanza de un sur sostenible en Bogotá. Sitio web: <https://bdigital.uexternado.edu.co/handle/001/1067>

Pérez, E. (2004). EL MUNDO RURAL LATINOAMERICANO Y LA NUEVA RURALIDAD.

(Universidad Central, Ed.) *Nómadas*(20), 180-193. Sitio web:

<https://www.redalyc.org/pdf/1051/105117734017.pdf>

Pinos & Malo. (2018). *El derecho humano de acceso al agua: una revisión desde el Foro*

Mundial del Agua y la gestión de los recursos hídricos en Latinoamérica. Sitio web:

<https://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/11509>

Quintero, J. S. (2022). *Diagnóstico de sistemas de acueductos rurales en el municipio de*

Victoria - Caldas, con caso aplicativo de diseño hidráulico de tratamiento de agua

potable para un sistema que lo requiera. Universidad Cooperativa de Colombia. Sitio

web: <https://repository.ucc.edu.co/handle/20.500.12494/43319>

Rua Franco, D. E. (2021). *Desarrollo de la gestión documental de información para la*

generación de indicadores del servicio de agua potable: IANC, IRCA, IPUF y

continuidad enfocados en la Corporación de Acueducto Multiveredal La Acuarela. Sitio

web:

https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/19727/9/RuaDaniel_2021_IndicadoresAguaPotable.pdf

Secretaria Distrital de Ambiente de Bogotá . (2007). *Diagnóstico POMCA Tunjuelito*. Sitio web:

https://oab.ambientebogota.gov.co/?post_type=dlm_download&p=4118

Torres, R. A. (2018). *Acueductos Romanos*. Cambridge. Sitio web:

https://www.academia.edu/36697820/ACUEDUCTOS_ROMANOS

Manual de operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de agua potable Olarte



Autores:

Leidi Yohana Feria Yate¹

Jose Miguel Rodríguez Ortiz¹²

**Escuela de ciencias Agrícolas, Pecuarias y del medio Ambiente
Centro de Educación A Distancia José Acevedo y Gómez
Programa Ingeniería Ambiental
Bogotá D.C. 2022**

¹ Estudiante de Ingeniería Ambiental Universidad Nacional Abierta y Distancia

² Tecnólogo en Saneamiento Ambiental Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas

Contenido

Introducción	2
Objetivos	3
Objetivo General	3
Objetivo Especificos.....	3
Alcance	3
Definiciones.....	4
Pretratamiento.....	5
Bocatoma:	5
Desarenador:.....	5
Operación y Mantenimiento en Captación	6
Inspección preliminar:	6
Operación:.....	6
Monitoreo:	6
Actividades de mantenimiento:	6
Tratamiento.....	8
Filtro:	8
Operación y Mantenimiento en planta	8
Inspección preliminar	8
Operación	8
Lavado del filtro.....	8
Tiempo de lavado	9
Monitoreo	9
Actividades de mantenimiento	9
Almacenamiento y distribución.....	10
Tanques	10
Operación y Mantenimiento de tanques de almacenamiento	10
Inspección preliminar	10
Operación	10
Precauciones uso de cloro líquido:.....	11
Practica de cloración:	11
Monitoreo	11
Actividades de mantenimiento	11
Muestreo en planta de tratamiento y red de distribución.....	12
Actividades de muestreo	13
Referencias.....	14

Lista de Ilustraciones

Ilustración 1 Bocatoma planta Olarte.....	6
Ilustración 2 Desarenador planta Olarte	7
Ilustración 3 Filtro planta Olarte	9
Ilustración 4 Tanque de almacenamiento planta Olarte	11
Ilustración 5 Medición de parámetros en laboratorio planta Olarte	14
Ilustración 6 Medición de cloro con clorímetro	14

Lista de Tablas

Tabla 1 Actividades de mantenimiento en estructuras de captación y conducción	8
Tabla 2 Actividades de mantenimiento en filtro	11
Tabla 3 Actividades de mantenimiento en tanques de almacenamiento	13

Introducción

Este documento de apoyo está destinado para los administradores, responsables y operarios de la planta potabilizadora; es un manual técnico y sirve como guía para la capacitación en la operación y el mantenimiento de dicha estructura. La potabilización del agua para consumo humano constituye una medida eficiente que ayuda a disminuir los problemas asociados por consumir aguas contaminadas o con unos parámetros que estén fuera del rango de la normativa ambiental y, por ende, pueden causar afectaciones en la salud de los seres humanos. A fin de que se tengan medidas con unas repercusiones positivas en la población, se debe contar con la infraestructura adecuada acorde a la naturaleza del afluente a tratar y que las personas que están a cargo sean capacitadas en todas las labores operativas que se requieren para dicho proceso.

La planta de tratamiento de agua potable (PTAP), se diseñó para tratar las aguas destinadas a consumo de la población de la vereda Olarte en la localidad de Usme y abastece un total de 2000 personas e integra un proceso convencional de filtración y purificación; el cual funciona eficientemente, asegurando por lo consiguiente el cumplimiento de la normativa aplicable en sus parámetros básicos como lo menciona la resolución 2115 de 2007 y el decreto 1575 del mismo año.

Objetivos

Objetivo General

- Servir como instrumento de consulta y orientación para el personal que opere y realice el mantenimiento de la planta de tratamiento de agua potable en la vereda Olarte.

Objetivo Específicos

- Orientar al operario en la solución de problemas específicos que se puedan presentar en la operación del sistema.
- Ofrecer las herramientas necesarias para el desarrollo de un correcto mantenimiento a fin de evitar fallas en el sistema de potabilización.

Alcance

Este documento de consulta está encaminado a fin de comprender el funcionamiento de cada una de las unidades de la planta de tratamiento y para realizar un adecuado desarrollo de las actividades referentes al mantenimiento preventivo; incluye las fases que se desarrollan desde la captación hasta el almacenamiento, todo esto a fin de evitar posibles afectaciones a la comunidad de la vereda Olarte.

Definiciones

- **Calidad del Agua:** se asocia en función del uso al cual se va a destinar, siendo necesario conocer las características físicas, químicas y microbiológicas de esta, a fin de que cumpla con unas condiciones específicas para su uso, según normatividad aplicable.
- **Creciente:** se refiere al aumento de forma progresiva del nivel del agua de una corriente este ocasionado por el incremento de las precipitaciones o deshielo.
- **Estiaje:** disminución de nivel del caudal mínimo del afluente en una época o periodo determinado del año, esto debido a la sequía.
- **Fontanero:** encargado de realizar las funciones de supervisión, operación y mantenimiento en la red de distribución del acueducto, así como en las instalaciones previstas para tal fin.
- **Inocua:** se refiere a una sustancia que no hace daño.
- **IRCA:** Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para consumo humano; este se halla dándole una ponderación a las características físicas, químicas y microbiológicas y acorde a esto se clasifica con un nivel.
- **Operación Unitaria:** esta alude a un proceso físico, químico o biológico mediante el cual las sustancias que contiene el agua pueden ser removidas o transformadas.
- **Proceso Unitario:** relaciona las transformaciones en donde existe la presencia de una reacción química de por medio y así mismo ocurre una o varias operaciones unitarias.
- **Sedimentación:** es un proceso mediante el cual se promueven unas condiciones de reposo para el agua a fin de que las partículas más densas o pesadas queden en el fondo del líquido debido a su mayor peso.

Pretratamiento

Este proceso se sitúa al inicio de todo el sistema de tratamiento a fin de eliminar residuos sólidos grandes, arenas, esto con la idea de que no dañen los equipos de la siguiente fase y que se pueda proteger la tubería o conducto disminuyendo obstrucciones o pérdida de eficacia.

Bocatoma: el ingreso de agua se realiza por medio de esta, denominada tipo fondo rejilla; para ser transportada por gravedad a través de una línea de aducción hasta la planta de tratamiento de potabilización Olarte.

Ilustración 1 Bocatoma planta Olarte



Fuente: Los autores; visita a la planta

Desarenador: el ingreso de agua hacia esta estructura es posterior a la bocatoma y la función principal es mediante la fuerza gravitacional sedimentar las partículas en suspensión más densas que luego serán removidas.

Ilustración 2 Desarenador planta Olarte



Fuente: Los autores; visita a la planta

Operación y Mantenimiento en Captación

Inspección preliminar: verificar el estado de la fuente de abastecimiento tanto de la bocatoma, realizar su limpieza verificando que haya bastante flujo en la lámina de agua a fin de obtener el caudal necesario de funcionamiento.

Operación: revisar variaciones de caudal o algún cambio en los parámetros fisicoquímicos del agua como; pH, turbidez y color. El servicio solo se debe suspender en los siguientes casos cuando:

- ✓ se efectúen labores de lavado, reparaciones o mantenimiento
- ✓ por daños en la conducción del agua cruda
- ✓ Elevada turbiedad en el agua

Por lo anterior se debe dar aviso previo a la comunidad y al administrador de la planta a fin de evitar molestias

Monitoreo: este debe ser validado por el administrador de la planta a fin de que se ejecuten las tareas adecuadamente, entre estas está inspeccionar la eficiente conducción del agua, tener en cuenta las recomendaciones del fontanero y de ser necesario reparar o solucionar cualquier anomalía en el menor tiempo posible y programar las actividades de mantenimiento o limpieza requeridas.

Actividades de mantenimiento: deben realizarse a fin de tener un adecuado funcionamiento estas serán:

- ✓ Limpiar la rejilla a fin de evitar obstrucciones, retirando hojas, ramas o solidos gruesos
- ✓ Verificar el adecuado funcionamiento de válvulas y lubricarlas
- ✓ Tener presente los cambios de calidad del agua, caudal, turbidez y sedimentos
- ✓ Interrumpir el servicio cuando el agua tenga mucho lodo o bastante turbidez
- ✓ Mantener todos los elementos del desarenador
- ✓ Mantener despejada el área adyacente a la tubería para inspeccionarla
- ✓ Realizar recorridos a lo largo de la tubería detectando riesgos de terreno inestable
- ✓ Detectar fugas, filtraciones y rupturas a fin de repararlas inmediatamente

A continuación, se realiza una tabla que especifica las actividades que se deben realizar en cuanto al mantenimiento de las estructuras que hacen parte de la captación y conducción del agua:

Tabla 1 Actividades de mantenimiento en estructuras de captación y conducción

<i>Estructura</i>		<i>Actividades Diarias</i>	<i>Actividades Periódicas Quincenales</i>	<i>Actividades Eventuales Mensuales</i>	<i>Herramienta, equipos o insumos</i>	<i>Responsable</i>
Bocatoma		Visitar la bocatoma a fin de realizar la revisión de las rejillas	Limpieza de rejillas	Verificar la presencia de algas, musgos y organismos vivos en el interior de la captación y retirarlos	Registrar información en Bitácora, herramientas (palas, cepillos metálicos, otros y uso de EPP'S)	Fontanero
Desarenador		Inspección visual, chequeo de las válvulas	Realizar semanalmente limpieza de la estructura o cuando sea necesario*	Mantenimiento de todas las partes que componen el desarenador	Registrar información en Bitácora, herramientas (palas, cepillos metálicos, otros y uso EPP'S)	Fontanero
Línea de conducción		Revisar la tubería para detectar fugas y daño	Inspección y operación de válvulas	Identificar Si hay conexiones Ilegales, entregar recios	Registrar información en Bitácora, accesorios (codos, válvulas, uniones EPP,S	Fontanero

* La limpieza puede variar acorde a la temporada del año, siendo necesario en época de invierno realizar una limpieza cada 3 días a fin de tener mejor eficiencia en el proceso.

Tratamiento

El proceso de filtración del agua consiste en pasarla por un medio poroso a fin de poder retener y remover impurezas, esto con la idea de que se pueda eliminar el máximo de material particulado que no fue eliminado en el sedimentador.

Filtro: el ingreso de agua a la planta de tratamiento se realiza a través de esta estructura y contiene una sección de piedras, arena y carbón activado (antracita) realizando una limpieza de flujo ascendente.

Ilustración 3 Filtro planta Olarte



Fuente: Los autores; visita a la planta

Operación y Mantenimiento en planta

Inspección preliminar: verificar el estado de las tres capas que hacen parte del filtro al igual que la línea de conducción hacia el tanque de almacenamiento se encuentre libre de obstáculos.

Operación: revisar variaciones en la calidad del agua; registrando turbiedad en formato de operación, verificar que el filtro opere con normalidad realizando en la cotidianidad las diferentes labores como:

- ✓ Lavar filtros cada 24 horas o cuando sea necesario
- ✓ Registrar fecha y hora de lavado
- ✓ Informar al administrador cuando se encuentren anomalías o daños

Lavado del filtro: para este se debe invertir la corriente, esta se introduce de abajo hacia arriba; esto se denomina retro lavado para este procedimiento se debe:

- ✓ Cerrar el ingreso de agua sedimentada
- ✓ Cerrar la salida de agua filtrada
- ✓ Abrir el desagüe
- ✓ Abrir la válvula de desagüe lentamente
- ✓ Iniciar el conteo de tiempo de lavado cuando el agua caiga en la cámara de caída
- ✓ Cerrar el ingreso de agua cuando este el filtro limpio acorde a la clarificación de esta
- ✓ Volver a sincronizar las válvulas en la misma posición inicial para que el filtro opere nuevamente.

Tiempo de lavado: este puede oscilar entre 4 a 7 minutos según época del año, estiaje o creciente, adicional a esto la duración en que un filtro podría quedar fuera de funcionamiento durante la operación de lavado oscila de 8 y 15 minutos

Monitoreo: este debe ser ejecutado por el fontanero garantizando actividades como inspección del sistema de filtrado, verificar buen funcionamiento con análisis de calidad del agua, revisar que se ejecute el procedimiento correcto de lavado.

Actividades de mantenimiento: deben realizarse regularmente a fin de tener un adecuado funcionamiento del filtro estas incluyen

- ✓ Verificar funcionamiento adecuado de las válvulas
- ✓ Lavar correctamente los filtros cada 24 horas o según necesidad
- ✓ Medir el caudal de agua filtrada
- ✓ Medir turbiedad del efluente

A continuación, se especifica las actividades que se deben realizar en cuanto al mantenimiento del filtro:

Tabla 2 Actividades de mantenimiento en filtro

Estructura	Actividades Diarias	Actividades Periódicas Quincenales	Actividades Eventuales Mensuales	Herramienta, equipos o insumos	Responsable
Filtro	Inspección visual y de válvulas, realizar limpieza interna y externa	Revisar la estructura para encontrar fugas, daños o deterioro del conjunto	Pintura y lubricación de los accesorios, se debe hacer limpieza si hay invierno cada 30 días y en verano cada 60	Registrar información en Bitácora, herramientas (palas, cepillos metálicos, otros y uso de EPP'S)	Fontanero

Almacenamiento y distribución

El proceso de desinfección del agua se realiza en el tanque de almacenamiento que garantiza la cantidad de líquido vital para la población en horario de mayor consumo, la recolección se efectúa en horarios de menor gasto o durante la noche y es útil a fin de compensar las variaciones en el día, mantener las presiones entre otros aspectos.

Tanques: existen dos en total y estos cuentan con una capacidad de almacenamiento de 41 m³, lo que garantiza tener cierta cantidad de agua a fin de atender situaciones de emergencia o interrupciones por daños del acueducto.

Ilustración 4 Tanque de almacenamiento planta Olarte



Fuente: Los autores; visita a la planta

Operación y Mantenimiento de tanques de almacenamiento

Inspección preliminar: se debe verificar que haya suficiente provisión de cloro, también el caudal tratado a fin de identificar dosis correctas de químico, revisar el estado de los tanques de almacenamiento y medir los volúmenes de agua que salen a la red de distribución.

Operación: revisar variaciones en la dosificación del cloro; revisando que no haya escapes en la tubería que dosifica este, además, en el tanque inspeccionar lo siguiente:

- ✓ Concentración de cloro residual
- ✓ Verificar que no haya fugas o daños en los tanques
- ✓ Registrar la cantidad de cloro utilizada cada 24 horas

Precauciones uso de cloro líquido: esta sustancia debe usarse con cuidado ya que puede ser peligroso para las personas y destruir materiales, de allí que se requiera unas indicaciones a seguir por parte del fontanero o encargado de la planta:

- ✓ El cloro lo puede preparar un fontanero idóneo y de confianza
- ✓ Los recipientes que contengan químico se deben almacenar lejos de calor
- ✓ Nunca se debe realizar una conexión de un recipiente lleno con otros recipientes mientras las temperaturas y presiones no sean las mismas aproximadamente.
- ✓ Conservar las tapas de los recipientes así estén vacíos
- ✓ Evitar al máximo el fuego por soplete para calentar envases
- ✓ Se debe tener especial cuidado para no romper el tubo de suministro de cloro

Practica de cloración: la cloración simple consiste en aplicar una cantidad mínima de cloro a fin de obtener un residual pequeño, aplicando una determinada dosis de químico acorde al ph y después de un intervalo se verifica la residualidad por si se requiere graduar la dosificación, para aguas filtradas la cantidad seria 0.20 a 0.60 mg/l

Monitoreo: el fontanero debe tomar la altura de la lámina de agua en tanque y con el apoyo del administrador calcular el volumen enviado a las redes, verificar el cloro residual, determinar el tiempo de contacto agua-cloro e informar sobre anomalías.

Actividades de mantenimiento: de estas dependen el óptimo proceso de potabilización a fin de tener un adecuado funcionamiento incluyen

- ✓ Limpiar el área circundante y eliminar focos de suciedad o contaminación
- ✓ Revisar si hay grietas o fugas y repararlas
- ✓ Verificar si el tanque tiene sedimentos, si es así realice la limpieza
- ✓ Limpiar periódicamente el interior del tanque sin jabón, esto depende de la calidad del agua, esta se realiza con espátula, cepillo restregando paredes y pisos
- ✓ Lubricar y pintar válvulas de entrada, salida y desagüe cuando se requiera a fin de evitar corrosión y desgaste
- ✓ Informar a la comunidad cuando se ejecute la limpieza del tanque, de tal forma que no se afecte la presión en la red de distribución y ellos puedan tener reserva en la suspensión del servicio.

A continuación, se describen las actividades de mantenimiento más relevantes en cuanto a los tanques de almacenamiento:

Tabla 3 Actividades de mantenimiento en tanques de almacenamiento

Estructura	Actividades Diarias	Actividades Periódicas Quincenales	Actividades Eventuales Mensuales	Herramienta , equipos o insumos	Responsable
Tanques de almacenamiento	Aplicación del cloro*	Revisar Tapas, compuertas, válvulas, y estructura para encontrar fugas, daños o deterioro del conjunto	Limpieza de la estructura (interna, Externa). Pintura y Lubricación de los accesorios.	Dosis de Cloro Registrar información en Bitácora, herramientas (palas, cepillos metálicos, otros y uso de EPP'S)	Fontanero

* El valor aceptable del residual libre de cloro en cualquier punto de la red de distribución del agua debe estar entre 0,3 y 2,0 mg/L. La dosis por aplicar en la desinfección resulta de pruebas frecuentes de demanda según la resolución 2115 de 2007.

Muestreo en planta de tratamiento y red de distribución

Este consiste en extraer una porción representativa de agua a fin de examinar sus características; estas se toman y examinan para determinar parámetros fisicoquímicos, biológicos y radioactivos y requieren de unos criterios y técnicas diferentes.

Ilustración 5 Medición de parámetros en laboratorio planta Olarte



Fuente: Los autores; visita a la planta

Actividades de muestreo: cuando se realiza un muestreo debemos tener en cuenta:

- ✓ Antes de tomar la muestra se debe purgar el recipiente de muestreo al menos unas 3 veces con el agua a muestrear.
- ✓ Utilizar el kit o equipo portátil para el análisis de la muestra
- ✓ Verificar que los equipos estén debidamente calibrados a fin de evitar datos erróneos
- ✓ Tomar las diferentes muestras en los puntos destinados para tal fin
- ✓ Reportar datos en planillas e informar sobre los resultados de los análisis al administrador

Ilustración 6 Medición de cloro con clorímetro



Fuente: Los autores; visita a la planta

Anexo B. Ficha Técnica hipoclorito de sodio utilizado en el acueducto rural Olarte

HIPOCLORITO DE SODIO		FICHA TÉCNICA
Actualización No.8 Fecha: 15/07/2019		
		
IDENTIFICACIÓN		
FÓRMULA QUÍMICA:	NaOCl	
NOMBRE COMERCIAL:	HIPOCLORITO DE SODIO	
PESO MOLECULAR:	74.45 g/mol	
SINÓNIMOS:	OXICLORURO DE SODIO	
DESCRIPCIÓN		
Solución acuosa, clara, ligeramente amarilla (ámbar), olor característico penetrante e irritante; con contenido de hidróxido de sodio NaOH y Carbonato de Sodio Na ₂ CO ₃ .		
USOS		
Los principales usos de este producto son:		
<ul style="list-style-type: none">• Tratamiento, potabilización de Agua y limpieza de superficies (desinfección, esterilización, decoloración y desodorización de aguas industriales, potables y piscina).• Por sus características oxidantes, actúa como fungicida y bactericida.• Es empleado en la industria de alimentos para desinfección.• Blanqueador (en procesos de lavado de celulosa, pulpa de papel y textiles).• Obtención de Hidróxido Férrico Fe (OH)₃ y Bióxido de Manganeso MnO₂, de Nitratos, Sulfatos y Cianatos, de Cloraminas Orgánicas e Inorgánicas y Clorofenoles.		
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS		
Propiedad	Unidad	Especificación
Hipoclorito de Sodio (NaOCl)	% m/v	13,5 Mínimo
Alcalinidad Total (NaOH)	% m/v	1,67 Máximo
Alcalinidad Libre (NaOH)	% m/v	1,00 Máximo
Densidad (20°C) (*)	g/ml	1,19 Mínimo
Cloro disponible (Cl ₂)	%m/v	12,85 Mínimo
Hierro	ppm	2,0 Máximo
Olor		Característico a Cloro
Apariencia		Líquido traslúcido, ligeramente amarillo
(*) Valor típico, no constituye especificación técnica		
La alcalinidad Total corresponde a la sumatoria de hidróxidos, carbonatos y bicarbonatos		

Anexo C. lista de chequeo aplicada

LISTA DE CHEQUEO PROYECTO ESTUDIO DE LAS CAPACIDADES Y DIFICULTADES TÉCNICAS DE LOS ACUEDUCTOS COMUNITARIOS EN ÁREAS RURALES DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ		
1. Identificación del acueducto		
Nombre del acueducto rural	ASOAGUAS ZARAS	QUIRTE
Representante legal	LIBARDO LOPEZ	
Fecha inicio de operaciones	15 AÑOS	
Localidad	QUINTA USME	
Georreferenciación del acueducto		X: Y:
Líder y/o persona encargada del acueducto		
Tiempo de operación (diario)	24 HORAS	
Barrios atendidos	VEREDA QUIRTE	
Usuarios registrados	181	
Total de personas atendidas	2000 PERSONAS	
2. Información fuente de abastecimiento		
Nombre de la fuente de abastecimiento	QUEBRADA DIEDA GORDA	
Tipo de estructura utilizada para la captación	REJILLA	
Cuentan con un dispositivo para el seguimiento del caudal en la fuente de abastecimiento		Si: <input checked="" type="checkbox"/> No: <input type="checkbox"/>
Dispositivo para el control	REJETA	
Georreferenciación del punto de captación		X: Y:
Caudal de captación (L/s)	1.8 L/s	

¿Cuáles son las principales actividades económicas que se encuentran en la cuenca donde está ubicada la fuente de abastecimiento?		
¿El acueducto cuenta con mapa de riesgos?	Sí: <input checked="" type="checkbox"/>	No: <input type="checkbox"/>
El mapa de riesgo está actualizado	Sí: <input checked="" type="checkbox"/>	No: <input type="checkbox"/>
3. Sistema de tratamiento		
Caudal para potabilización (L/s)	200	
¿Cuentan con un dispositivo de medición para hacer seguimiento al caudal de entrada?	Sí: <input type="checkbox"/>	No: <input checked="" type="checkbox"/>
¿Qué tipo de dispositivo utilizan para la medición del caudal a la entrada de la planta de tratamiento?		
Realizar una breve descripción del sistema de tratamiento	ENTRA EL AGUA PASA EL FILTRO, LUEGO PASA AL TANQUE DE DISTRIBUCION SE DOSIFICA LUEGO SALE TRATADA	
Pretratamiento	Sí: <input checked="" type="checkbox"/>	No: <input type="checkbox"/>
Coagulación	Sí: <input type="checkbox"/>	No: <input checked="" type="checkbox"/>
Tipo de coagulante	N/A	
Floculación	Sí: <input type="checkbox"/>	No: <input checked="" type="checkbox"/>
Sedimentación	Sí: <input type="checkbox"/>	No: <input checked="" type="checkbox"/>
Filtración	Sí: <input checked="" type="checkbox"/>	No: <input type="checkbox"/>
Desinfección	Sí: <input checked="" type="checkbox"/>	No: <input type="checkbox"/>
Tipo de desinfectante		
4. Redes de distribución		
¿Ustedes cuentan con planos de las redes de distribución?	Sí: <input checked="" type="checkbox"/>	No: <input type="checkbox"/>
¿En las redes de distribución tienen medidores?	Sí: <input checked="" type="checkbox"/>	No: <input type="checkbox"/>
¿Cuántos puntos de monitoreo tienen en las redes de distribución?	4 PUNTOS	
¿Cuáles son las frecuencias para registrar los datos de mediciones en redes?	DIARIO	
¿Cuáles son los parámetros a los que ustedes hacen seguimiento en las redes de distribución?	CLORO RESIDUO PH	

¿Cuáles son las frecuencias para los mantenimientos en las redes de distribución?	SEMANA	
¿El acueducto es el encargado de realizar los mantenimientos en las redes?	Si: <input checked="" type="checkbox"/>	No: <input type="checkbox"/>
5. Gestión del riesgo		
5.1. Mantenimiento al sistema de tratamiento y redes de distribución		
¿Ustedes cuentan con programas de mantenimiento para cada una de las unidades que integran el sistema de tratamiento?	Si: <input type="checkbox"/>	No: <input type="checkbox"/>
¿Cada cuánto realizan el mantenimiento a las unidades de tratamiento?	CADA 15 DIAS 3 VECES MES FILTRO DIARIO	
¿Ustedes cuentan con registros de los mantenimientos?	Si: <input checked="" type="checkbox"/>	No: <input type="checkbox"/>
¿Ustedes cuentan con Planes de Seguridad del Agua?	Si: <input checked="" type="checkbox"/>	No: <input type="checkbox"/>
¿Ustedes cuentan con planes de contingencia ante eventos peligrosos que amenacen la calidad y el suministro del servicio?	Si: <input checked="" type="checkbox"/>	No: <input type="checkbox"/>
¿Ustedes tienen un sistema de alertas tempranas? Para casos como desabastecimiento, cortes en redes, alteraciones en la calidad del recurso.	Si: <input type="checkbox"/>	No: <input checked="" type="checkbox"/>
5.2. Seguimiento a la calidad del agua		
¿El acueducto cuenta con un laboratorio para ensayos físicos, químicos y microbiológicos?	Si: <input checked="" type="checkbox"/>	No: <input type="checkbox"/>
Realizan análisis fisicoquímicos	Si: <input checked="" type="checkbox"/>	No: <input type="checkbox"/>
Describir cuáles son los análisis fisicoquímicos que se realizan	COLOR PH TURBID CLO2 RES	
Etapas del proceso en las que se hace seguimiento a través de análisis fisicoquímicos y microbiológicos	CAPTACION RED TANQUE H/M	
Frecuencia para reportar resultados de los ensayos fisicoquímicos y/o microbiológicos	DIARIO	
¿En el acueducto se realizan ensayos de jarras para definir dosis óptimas de coagulante y desinfectante?	Si: <input checked="" type="checkbox"/>	No: <input type="checkbox"/>
¿Cada cuanto realizan el reporte del IRCA a las autoridades sanitarias?	QUINCENAL / MES	
6. Personal		
6.1. Fontaneros		
Fontaneros que están vinculados al acueducto	1	
Jornada laborada por los fontaneros (horas):	7 AM - 4 PM	