

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA
SUMINISTRADA DEL BARRIO URAUCO DE LA
PARROQUIA LLOA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
TECNÓLOGO EN AGUA Y SANEAMIENTO AMBIENTAL**

CRISTOPHER ALEXANDER BUNCE CASTELLANOS

alexaken1994@outlook.com

DIRECTOR: LUIS ANGEL JARAMILLO SÁNCHEZ

luis.jaramillo@epn.edu.ec

2019

APROBACIÓN DEL DIRECTOR

Certificamos que el trabajo fue desarrollado por Christopher Alexander Bunce Castellanos, bajo nuestra certificación.

LUIS ANGEL JARAMILLO SÁNCHEZ
DIRECTOR

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, CRISTOPHER ALEXANDER BUNCE CASTELLANOS declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

CRISTOPHER ALEXANDER BUNCE CASTELLANOS

DEDICATORIA

A mis padres y hermanos por el apoyo brindado, la fortaleza, amor y cariño que me brindan cada día y por estar conmigo apoyándome cada instante y cada minuto de mi vida.

CRISTOPHER ALEXANDER

AGRADECIMIENTO

A Dios por brindarme su bendición y ayudarme a culminar esta pequeña etapa de mi vida.

A mis padres por apoyarme cada día, por sus consejos, valores y principios inculcados, por ser más que padres mis amigos y confiar en mí, por brindarme su cariño y amor y ayudarme a cumplir uno de mis sueños.

A mis hermanos, Josué y Alison por cuidarme y hacerme reír siempre por ser mi fortaleza y estar siempre a mi lado creyendo en mí.

A mis amigos “Los Maitos” por brindarme su amistad y por los momentos y nuevas experiencias compartidas: Belécita, Santy “Almache”, Jeff “Gualuma”, Israel “Quizá”, Pancho “Centavo”, Abuelo” Marmolejo”, Julito “Naranja”.

A las personas que han hecho que el trabajo se realice con éxito y que me han apoyado en especial al señor Alcides Cachaguay, a la Ing. Melania, Ing. Alejandro, Ing. Santiago, Ing. Lorena y al Ing. Jaramillo que me abrieron las puertas compartiéndome sus conocimientos.

CRISTOPHER ALEXANDER

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|---|-------------|
| LISTA DE FIGURAS | VIII |
| LISTA DE TABLAS | X |
| LISTA DE ANEXOS | XI |
| RESUMEN | XII |
| ABSTRACT | XIII |
| 1. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.1. Objetivo general | 3 |
| 1.2. Objetivos específicos | 3 |
| 1.3. Descripción y ubicación de los puntos de muestreo | 3 |
| 1.3.1 Coordenadas de las fuentes del muestreo de los distintos sectores del barrio urauco | 5 |
| 2. MARCO TEÓRICO | 7 |
| 2.1. Introducción sobre el muestreo | 7 |
| 2.1.1 Identificación de la muestra | 9 |
| 2.1.2 Rótulo de las muestras | 9 |
| 2.2. Equipos y materiales para el muestreo | 10 |
| 2.3. Tipos de muestras | 11 |
| 2.3.1 Muestra simple o puntual | 11 |
| 2.3.2 Muestra compuesta | 11 |
| 2.3.3 Muestra integrada | 12 |
| 2.4. Preservación y transporte de las muestras | 13 |
| 2.4.1 Naturaleza de los cambios en la muestra | 13 |
| 2.4.2 Intervalo de tiempo entre la toma y el análisis de muestras | 13 |
| 2.5. Parámetros a analizar | 15 |
| 2.5.1 Parámetros físicos | 16 |
| 2.5.2 Parámetros químicos | 17 |
| 2.5.3 Parámetros microbiológicos | 19 |
| 2.6. Plan de muestreo | 20 |
| 3. METODOLOGÍA | 21 |
| 3.1. Análisis de parámetros | 21 |
| 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 40 |
| 4.1. Determinación de fallas en el sistema de conducción | 40 |
| 4.1.1 Sector peña blanca | 40 |
| 4.1.2 Sector las abejas | 42 |
| 4.1.3 Sector gallo canta | 43 |

| | |
|---|-----------|
| 4.2. Comparación con la normativa | 45 |
| 4.3. Discusión de resultados | 47 |
| 4.3.1 Sector peña blanca | 47 |
| 4.3.2 Sector las abejas | 50 |
| 4.3.3 Sector gallo canta | 52 |
| 5. CONCLUSIONES..... | 63 |
| 5.1. Conclusiones y recomendaciones | 63 |
| 6. BIBLIOGRAFÍA..... | 66 |
| ANEXOS..... | 69 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Ubicación del Barrio Urauco | 3 |
| Figura 2. Ubicación de las fuentes de muestreo de los distintos sectores del Barrio Urauco | 4 |
| Figura 3. Coordenadas de la muestra en la fuente de agua 1 en sector Peña Blanca | 5 |
| Figura 4. Coordenadas de la muestra en la fuente de agua 2 en sector Peña Blanca | 5 |
| Figura 5. Coordenadas de la muestra en la fuente de agua 1 en sector las Abejas | 6 |
| Figura 6. Coordenadas de la muestra en la fuente de agua 2 en sector las Abejas | 6 |
| Figura 7. Coordenadas de la muestra en la fuente 1 de agua en sector Gallo Canta | 7 |
| Figura 8. Muestra simple | 11 |
| Figura 9. Muestra compuesta | 12 |
| Figura 10. Determinación de conductividad | 21 |
| Figura 11. Determinación de turbidez | 22 |
| Figura 12. Determinación de pH | 23 |
| Figura 13. Determinación de oxígeno disuelto | 23 |
| Figura 14. Determinación de la demanda química de oxígeno (DQO) | 24 |
| Figura 15. Determinación de la demanda biológica de oxígeno (DBO ₅) | 26 |
| Figura 16. Determinación de sólidos disueltos totales | 28 |
| Figura 17. Determinación de sólidos totales | 29 |
| Figura 18. Determinación de color | 30 |
| Figura 19. Determinación de cobre | 31 |
| Figura 20. Determinación de hierro total | 31 |
| Figura 21. Determinación de manganeso | 32 |
| Figura 22. Determinación de aluminio | 33 |
| Figura 23. Determinación de cadmio | 34 |
| Figura 24. Determinación de zinc | 35 |
| Figura 25. Preparación del medio de cultivo | 36 |
| Figura 26. Preparación de solución tampón | 36 |
| Figura 27. Sello con tampones hechos de gasa o algodón | 37 |
| Figura 28. Colocación en recipientes para su posterior esterilización en autoclave | 38 |
| Figura 29. Colocación de dilución con micropipeta y puntas | 39 |
| Figura 30. Tanque de almacenamiento Peña Blanca | 40 |
| Figura 31. Tanque de almacenamiento Peña Blanca abierto | 41 |
| Figura 32. Línea de conducción sector Peña Blanca a través de tubería | 41 |

| | |
|---|----|
| Figura 33. Línea de conducción sector las Abejas a través de mangueras de polietileno fuente 1 | 42 |
| Figura 34. Línea de conducción sector las Abejas a través de mangueras de polietileno fuente 2 | 43 |
| Figura 35. Línea de conducción sector Gallo Canta a través de tuberías | 44 |
| Figura 36. Manguera encontrada al aire libre sector Gallo Canta..... | 44 |

LISTA DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Recomendaciones para el muestreo y preservación..... | 14 |
| Tabla 2. Rango del DQO | 25 |
| Tabla 3. Volumen para DBO en base a DQO | 27 |
| Tabla 4. Comparación de parámetros obtenidos con normativas | 45 |
| Tabla 5. Caudal sector Peña Blanca | 47 |
| Tabla 6. Parámetros in situ y ex situ del sector Peña Blanca..... | 48 |
| Tabla 7. Parámetros in situ y ex situ del sector Peña Blanca de la fuente 2..... | 48 |
| Tabla 8. Resultados de análisis parámetros físicos, químicos y microbiológicos sector de Peña Blanca | 49 |
| Tabla 9. Caudal sector las Abejas | 50 |
| Tabla 10. Parámetros in situ y ex situ del sector las Abejas..... | 50 |
| Tabla 11. Parámetros in situ y ex situ del sector las Abejas fuente 2 | 51 |
| Tabla 12. Resultados de análisis parámetros físicos, químicos y microbiológicos del sector las Abejas | 51 |
| Tabla 13. Caudal sector Gallo Canta | 52 |
| Tabla 14. Parámetros in situ y ex situ del sector Gallo Canta | 52 |
| Tabla 15. Resultados de análisis parámetros físicos, químicos y microbiológicos del sector Gallo Canta..... | 53 |

LISTA DE ANEXOS

| | |
|--|----|
| Anexo 1. Rótulo para toma de muestras..... | 71 |
| Anexo 2. Ejemplo de plan de muestreo | 72 |
| Anexo 3. Parámetros de la norma Inen 1108 | 74 |
| Anexo 4. Parámetros del TULSMA libro VI Anexo I, Tabla 2 | 76 |
| Anexo 5. Parámetros de la norma del DMQ ordenanza 138, Anexo I, Tabla 1..... | 77 |
| Anexo 6. Cálculo de demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅)..... | 79 |
| Anexo 7. Cálculo de sólidos disueltos totales | 80 |
| Anexo 8. Cálculo de sólidos totales | 81 |
| Anexo 9. Tabla de NMP por 100 mL de muestra inoculando tubos de cada una de tres diluciones geométricas | 82 |
| Anexo 10. Toma de la muestra sector Peña Blanca fuente 1 | 84 |
| Anexo 11. Toma de la muestra sector Peña Blanca fuente 2 | 84 |
| Anexo 12. Toma de la muestra sector las Abejas fuente 1 | 85 |
| Anexo 13. Toma de la muestra sector las Abejas fuente 2 | 85 |
| Anexo 14. Toma de la muestra sector Gallo Canta | 86 |
| Anexo 15 . Material a presentar | 88 |
| Anexo 16. Inicio del taller | 88 |
| Anexo 17. Explicación de los resultados obtenidos del barrio | 89 |
| Anexo 18. Entrega de documento finalizado | 89 |

RESUMEN

Este proyecto tiene la intención de evaluar la calidad del agua suministrada del barrio Urauco de la parroquia Lloa. Ya que por el reducido número de personas en el sector no se cuenta con sistemas de alcantarillado público que garanticen el saneamiento. Es fundamental que los habitantes tengan la total confianza y la garantía de que el recurso hídrico sea apto para su consumo y seguro para su salud ya que cada habitante tiene el derecho de acceder al servicio básico de agua potable y que los procesos que se lleven a cabo cumplan con los límites máximos permisibles según lo establecido en la normativa de agua potable para su uso y consumo humano INEN 1108.

Se visitó y se realizaron estudios de calidad de agua en la parroquia para garantizar que el recurso hídrico de este barrio sea apto para su consumo, se realizó un recorrido a pie para observar las posibles fallas, fugas o alguna ruptura de las tuberías, válvulas o accesorios que abastecen el recurso hídrico a los pobladores y que sean causas de posibles infecciones que afecten a los pobladores de la parroquia.

Se tomaron muestras simples en la captación, antes y después del proceso de desinfección (si los hubiere), antes del medidor y en los domicilios para garantizar que el agua sea de buena calidad y así poder asegurar que este servicio sea óptimo y de confianza para el consumo y actividades productivas.

Los parámetros que fueron analizados, cumplen con lo establecido en la norma TULSMA Libro VI Anexo I, Tabla 2, con la normativa INEN 1108 y adicionalmente con la Norma técnica para control de descargas líquidas del DMQ ordenanza 138, Anexo I, Tabla No. 1, ya que el Barrio Urauco es parte del cantón Quito, excepto manganeso, lo que se pudo deducir es que el agua entro en contacto con los suelos o las paredes de rocas y minerales, por lo tanto, es apta para consumo humano.

Palabras clave: Recurso hídrico, captación, desinfección, fugas, calidad, agua potable.

ABSTRACT

This project intends to evaluate the quality of water supplied from the Urauco neighborhood of the Lloa parish. Since the limited number of people in the sector does not have public sewage systems that guarantee sanitation. It is important that the inhabitants can have the confidence and the guarantee that the water resource is apt for its consumption. Additionally, the resource has to be safe for the health of each inhabitant due to the right to access to basic potable water. On this matter, the processes that are carried out allow the fulfillment of the maximum permissible limits according to the established in the norm of potable water for its use and human consumption (INEN 1108). We visited and conducted water quality studies in the parish to ensure that the water resource of this neighborhood is suitable for consumption. A walking tour was made to observe the possible faults, leaks or any rupture of the pipes, valves or accessories that supply the water resource to the residents and that are causes of any possible infection that the population may have.

To complete this task some samples, were collected before and after the disinfection process (if any), before the meter and in the homes to guarantee that the water has a good quality so it is possible to ensure that the service is optimal and reliable for its usage in productive activities and human consumption.

The parameters that were analyzed comply with the provisions of the TULSMA Standard, Book VI, Annex I, Table 2, with the INEN 1108 standard and additionally with the Technical Standard for control of liquid discharges of the MDQ ordinance 138, Annex I, Table No. 1, since the district of Urauco is part of the canton of Quito, except manganese, what could be deduced is that the water could come into contact with the soil or walls of rocks and minerals, therefore, it is suitable for human consumption.

Keywords: Water resource, collection, disinfection, leaks, quality, drinking water.

1. INTRODUCCIÓN

La parroquia de Lloa forma parte de la Provincia de Pichincha y está ubicada en la ciudad de Quito a 11.91 km y se considera la más extensa del Distrito Metropolitano de Quito, la Cordillera de los Andes se encuentra al sur occidente y el Guagua Pichincha a sus pies. Consta de una superficie total de 545.25 km² y su altura sobre el nivel del mar es a 3.100 msnm (Armijos R. , 2016).

En Lloa se puede disfrutar de diferentes áreas de recreación entre los más destacados: atractivos naturales, lugares ecológicos y turísticos como la ruta de las cascadas. La mayoría de las personas son atraídos por el aire puro y el trato amable de sus habitantes a pesar de que no cuenta con una planificación en el área turística (Enriquez, 2016).

Los habitantes de la parroquia, gracias a que Lloa cuenta con muchos recursos hídricos, han desarrollado micro emprendimientos individualmente, como la piscicultura de truchas. Por esta razón generan sus propios productos para consumo local y turístico (Narváez, 2012).

En cuanto a la red de alcantarillado sigue un patrón similar al del agua potable, pues se concentra en el poblado de Lloa donde se registra el 46,2 % de la población con acometida hasta la red pública. Las propiedades que sólo tienen pozo séptico o letrina alcanzan el 39,9 %. Se conoce que 10,5 % de las viviendas encuestadas no disponen de ningún servicio de alcantarillado y que 3,5 % descargan las aguas servidas directamente en los ríos y quebradas cercanas (Puente, 2015).

Un factor incidente para los pobladores de Lloa es que la mayor parte de ellos obtiene el agua de la acequia que conduce el agua desde el volcán Atacazo y desde el curso del río Cinto. En la actualidad existen procesos de desinfección como la cloración, lo cual permite un abastecimiento del recurso hídrico mediante una red pública concentrada en el poblado de Lloa (Puente, 2015).

Todavía existe una pequeña fracción de la población que obtiene el agua de pozo o capta el agua de las lluvias. Los residentes de esta parroquia mantienen preocupación sobre la calidad del agua que consumen, por lo que adoptan la decisión de hervir el agua o incluso clorarla, de manera previa a la preparación de la comida o para las bebidas (Armijos L. , 2006).

El barrio Urauco es parte de la parroquia de Lloa y está ubicado a 20 minutos de su cabecera parroquial. Se llega por una vía lastrada en buen estado, Actualmente, el barrio cuenta con una población de 200 personas aproximadamente, las cuales están distribuidas en 27 viviendas en el centro del barrio teniendo en cuenta que varios de los pobladores han migrado a diversas ciudades (Vega, 2016).

En cuanto al Barrio Urauco la mayoría de los habitantes utilizan agua proveniente del Río Cinto, la cual permite abastecimiento de agua para consumo humano, riego, para el funcionamiento de las piscinas de truchas que se han instalado en el valle (Narváez, 2012).

Asegurar la calidad del recurso hídrico del barrio Urauco es fundamental, para que los habitantes accedan con garantía y total confianza a agua apta para el consumo. Y que cumpla con los límites máximos permisibles según lo establecido en la normativa de agua potable para su uso y consumo humano (Ramirez, 2017).

Los estudios respecto a los análisis y calidad del agua que se presentarán en este documento determinaran si el agua cumple o no con los límites que establecen las normas vigentes para el consumo humano como son: el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, Libro VI, Anexo 1, Tabla 2 y la Norma técnica INEN 1108, adicionalmente se la comparó con la Norma técnica para control de descargas líquidas del DMQ ordenanza 138, Anexo I, Tabla No. 1, ya que el Barrio Urauco es parte del cantón Quito.

El presente estudio, tiene como objetivo evaluar la calidad del agua cumpliendo con los requisitos y que los parámetros que se van a analizar cumplan los límites que exige y establece la norma INEN 1108 Agua Potable (INEN, 2014).

1.1. Objetivo general

Evaluar la calidad del agua suministrada del Barrio Urauco en la parroquia de Lloa.

1.2. Objetivos específicos

- Recoger muestras in situ en los puntos de captación de: entradas, salidas y domicilios.
- Analizar la calidad de agua del barrio: Urauco. Determinar los parámetros físico-químicos y microbiológicos, in situ y en el laboratorio.
- Determinar si existen fallas en las tuberías, válvulas o accesorios del sistema de abastecimiento.
- Comparar resultados obtenidos del laboratorio de las muestras tomadas como in situ y ver si cumple con la Normativa 1108 de agua potable y calidad.

1.3. Descripción y ubicación de los puntos de muestreo

El barrio Urauco se encuentra ubicado a 3 km del GAD central de Lloa en la provincia de Pichincha, cantón Quito (764551 - 9973886) 3209 msnm

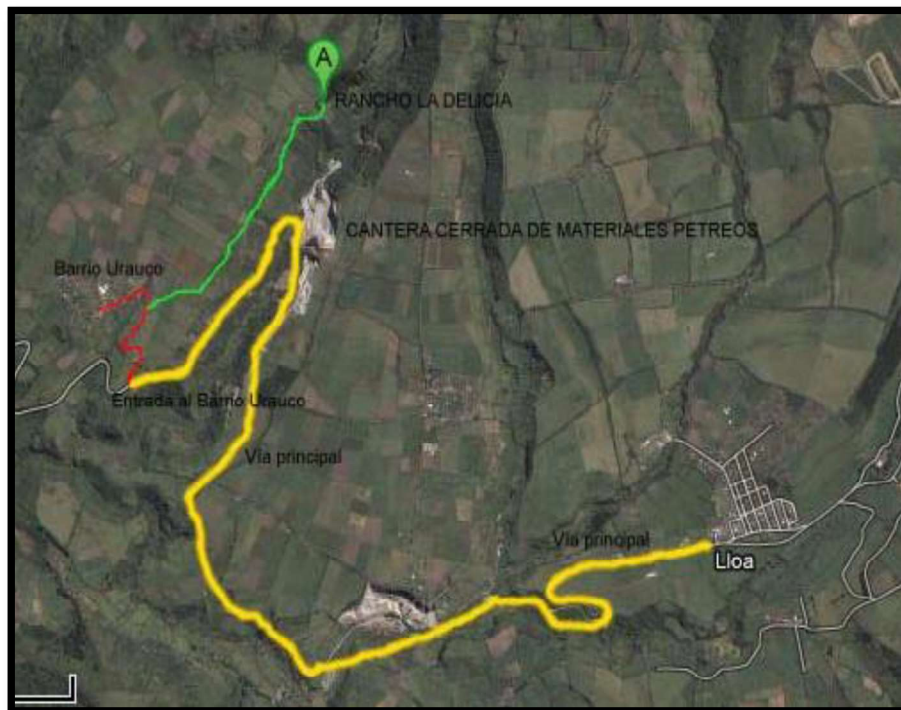


Figura 1. Ubicación del Barrio Urauco
FUENTE: (Rancho la Delicia,2018)

Puntos de muestreo:

- Peña Blanca
- Sector las Abejas
- Gallo Canta

Actualmente se ha implementado una red de distribución, con mangueras de 2 pulgadas para estos sectores con un tanque de almacenamiento en la fuente de Peña Blanca. En la fuente de Gallo Canta y Abejas la población se abastece mediante mangueras de 2 pulgadas colocadas desde la red principal, además de dicha red es tomada también para riego sin estudios técnicos previos, lo cual produce problemas en la distribución.

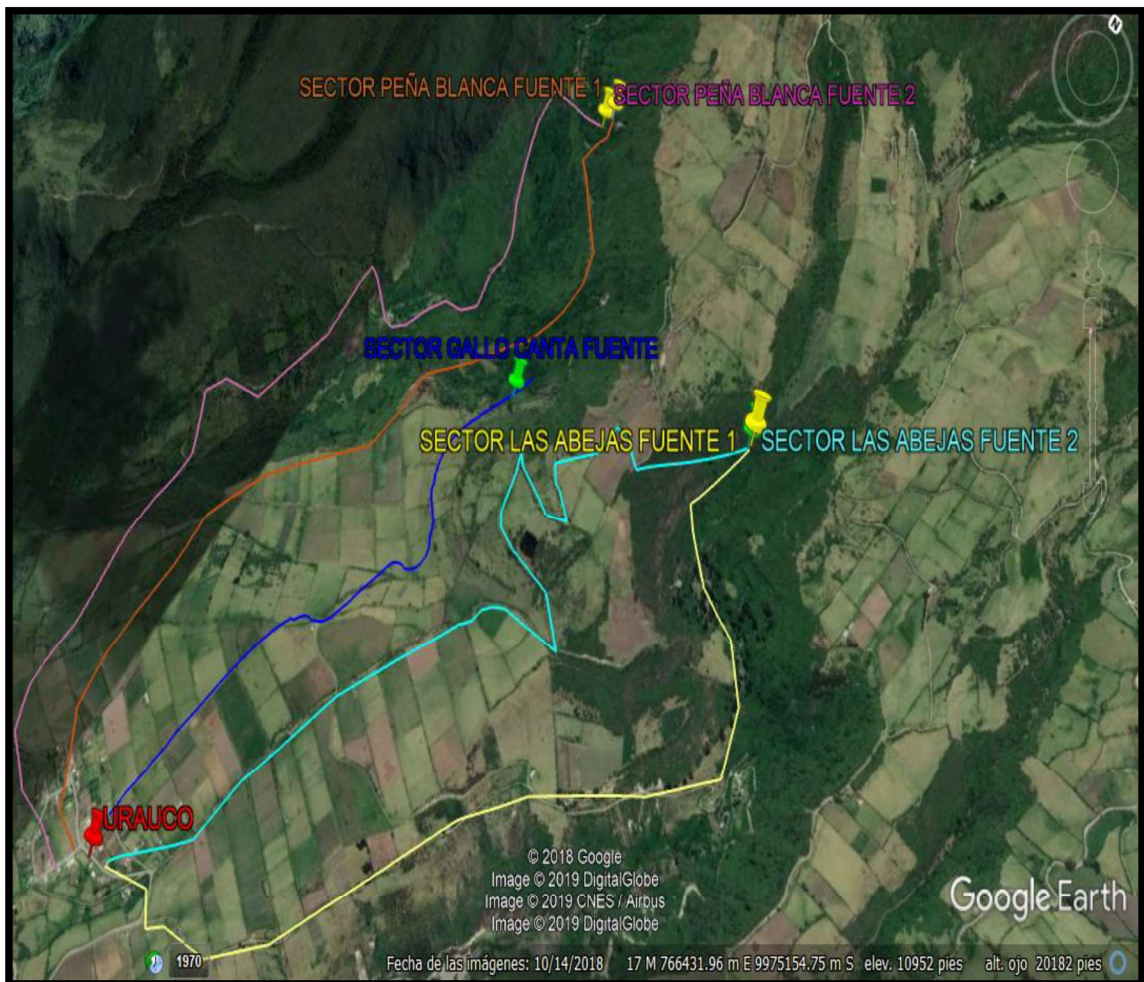


Figura 2. Ubicación de las fuentes de muestreo de los distintos sectores del Barrio Urauco
FUENTE: (El Autor,2018)

1.3.1 Coordenadas de las fuentes del muestreo de los distintos sectores del barrio Urauco

Para la toma de coordenadas se utilizó la aplicación Utm Geo Map una aplicación descargada en el celular con el fin de la utilización de GPS gratis.

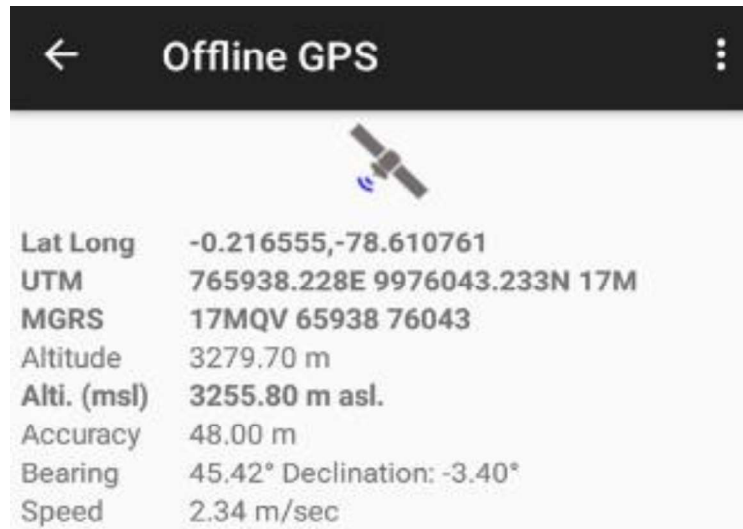


Figura 3. Coordenadas de la muestra en la fuente de agua 1 en sector Peña Blanca
FUENTE: (Utm Geo Map ,2018)

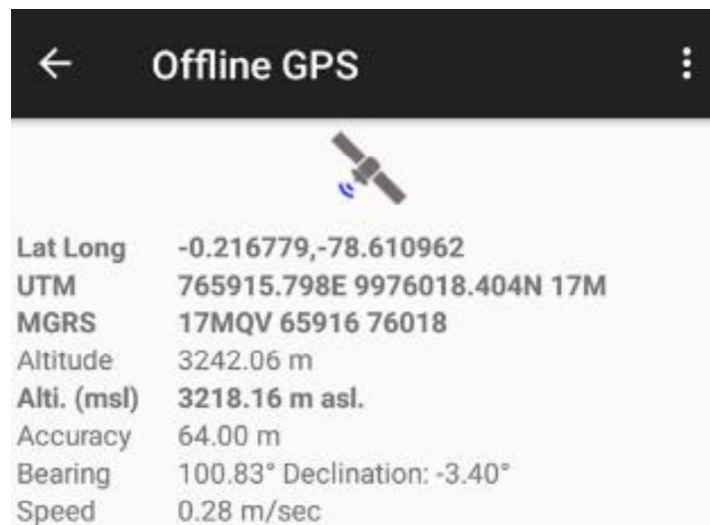


Figura 4. Coordenadas de la muestra en la fuente de agua 2 en sector Peña Blanca
FUENTE: (Utm Geo Map ,2018)

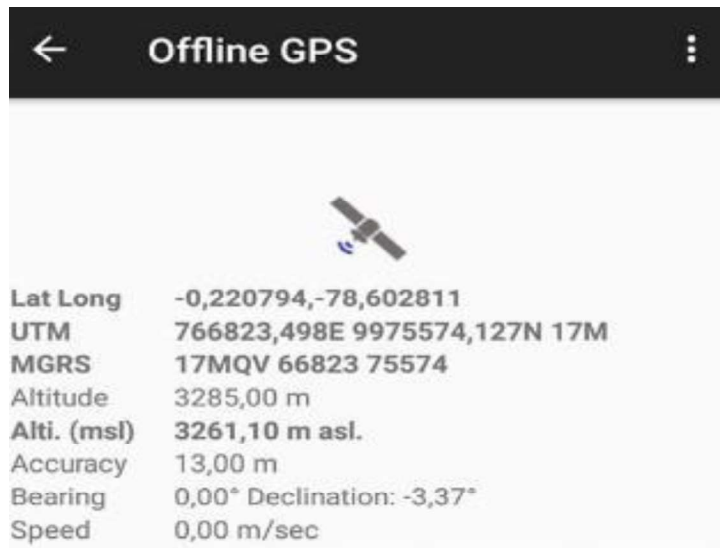


Figura 5. Coordenadas de la muestra en la fuente de agua 1 en sector las Abejas
FUENTE: (Utm Geo Map ,2018)



Figura 6. Coordenadas de la muestra en la fuente de agua 2 en sector las Abejas
FUENTE: (Utm Geo Map ,2018)



Figura 7. Coordenadas de la muestra en la fuente 1 de agua en sector Gallo Canta
FUENTE: (Utm Geo Map ,2018)

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Introducción sobre el muestreo

El muestreo tiene la finalidad de indagar las características diversas del agua. Se basa en recoger una representativa porción de agua. De las muestras obtenidas se deberán tomar las debidas precauciones para conservarlas, con la finalidad de que no sufra algún daño o modificación hasta su respectivo análisis (Ramirez, 2017).

Las muestras de agua esencialmente permiten la determinación de parámetros químicos, físicos, biológicos y radiactivos. Esta es transportada hasta su almacenamiento ya sea (refrigerador o nevera), para conservar sus características originales desde su toma, para después llevarla al laboratorio para su respectivo análisis (Calderón, 2016).

Algo muy importante es que las muestras tomadas no hayan sufrido algún cambio en su composición y que éstas conserven sus componentes en cuanto al material original antes de su respectivo análisis (Calderón, 2016).

Una vez que las muestras sean trasladadas al laboratorio la precaución y su validez debe ser atribuida a la o a las personas responsables del muestreo. Así como su transporte y

conservación y como objetivo es demostrar que cumpla con las normas especificadas por la legislación. (Calderón, 2016)

Antes de tomar la muestra de agua en su respectivo envase, hay que lavarlo con la misma agua que va a ser tomada mínimo dos a tres veces, a no ser que el envase contenga un conservante o este curado. Para análisis microbiológicos se dejará un espacio vacío para mezcla o aireación y se llenará el envase completo cuando sean análisis orgánicos (Ramirez, 2017).

Las técnicas de preservación y recolección de las muestras son importantes para tener mayor representatividad, exactitud y precisión al momento de obtener los resultados de los análisis (Ramirez, 2017).

Se debe realizar un plan de muestreo en el cual se pueda identificar todas las muestras recogidas de cada envase, se debe colocar datos de interés como el nombre de quien o quienes hacen la toma, fecha y hora, temperatura, tipo de agua y su respectiva ubicación. Para que la muestra sea representativa se deja correr el agua por la tubería esto en un sistema de abastecimiento (Ramirez, 2017).

Cuando se toma muestras de un río, es importante tener en cuenta que la muestra se deberá recolectar lo más lejos posible de la orilla y es necesario considerar variaciones tales como: la profundidad, el ancho, caudal, velocidad de la corriente, y la distancia a la orilla (Ramirez, 2017).

Para tener más seguridad respecto a recoger las muestras, basta evitar un mal contacto con el agua, no consumir alimentos ni tener contacto con ellos y algo importante es que los lugares estén bien ventilados para evitar componentes tóxicos (Angulo, 2017).

Los envases donde se toman las muestras se deberán enjuagar con agua destilada varias veces y posteriormente colocar ácido clorhídrico por un trascurso de 12 a 24 horas. Para nuevamente lavarlos con agua destilada y así eliminar restos de ácido sobrante (Ramirez, 2017).

2.1.1 Identificación de la muestra

Debe hacerse de manera unívoca. Agregar la ubicación con ayuda de GPS satelital, caso contrario georreferenciar lo más concreto posible el sitio.

Es necesario recalcar como mínimo al momento de muestreo la siguiente información:

- Identificación de la o las muestras.
- Georreferenciación de la zona de donde se tomó la muestra.
- Tipo y características de la fuente
- Destino del agua ya sea para (riego, animales o consumo humano).
- Hora, fecha y nombre de las personas que realizan la toma de muestra.
- Nombre del reactivo que se va a utilizar para la preservación de la muestra.
- Diferentes observaciones que se consideren de gran importancia.

2.1.2 Rótulo de las muestras

Cuando se realiza el muestreo es importante rotular o enmarcar el frasco para identificar claramente la muestra, para mejor condición de higiene y preservación se recomienda rotular los frascos antes del muestreo (Ostinelli, 2017).

Es esencial corroborar que durante el transporte de la muestra al laboratorio no se pierda, se distorsione o se borre la información del rótulo. Esto es necesario para que la trazabilidad de la muestra sea unívoca y sea lo más claro posible y así evitar posibles confusiones (Ostinelli, 2017).

Es fundamental que las muestras que hayan sido tomadas lleven un rótulo ver (Anexo 1) en la cual se pueda observar datos importantes como nombre de los muestreadores, hora y fecha, origen proveniente de la muestra y lugar de muestreo, eso como mínimo (Guzmán, 2014).

2.2. Equipos y Materiales para el muestreo

El siguiente es un listado general de equipos con sus materiales que son necesarios al momento de realizar el muestreo:

- **EQUIPOS:**

- Conductímetro
- pH-metro THERMO SCIENTIFIC (sonda buffer de calibración 4, 7,10)
- GPS en navegador (UTM Geo Map)
- Turbidímetro HACH
- Termómetro
- Sonda de Oxígeno Disuelto HACH
- Colorímetro
- Cámara digital

- **MATERIALES:**

- Agua destilada
- Frascos ámbar
- Cooler
- Hielo
- Frascos esterilizados de orina
- Soga
- Jarra de 2 litros
- Guantes
- Toalla de papel absorbente
- Botas de caucho
- Cronómetro
- Piseta

Es de gran importancia calibrar y revisar los equipos que van a ser utilizados *in situ* como pH-metro, conductímetro, turbidímetro y oxígeno disuelto unas 24 horas antes del muestreo. De igual manera se recomienda revisar todo el equipo electrónico que este en óptimas condiciones y que las baterías o pilas operen apropiadamente (Campos, 2014).

2.3. Tipos de muestras

2.3.1 Muestra Simple o Puntual

Son muestras que sirven para saber la composición del agua y se las toma en sitio específicos. Se toman durante varios minutos con el fin de recoger el volumen suficiente para que se pueda llevar a cabo los análisis físicos-químicos y microbiológicos (Calderón, 2016).

Estas muestras se las realiza durante un tiempo específico de segundos o a veces de minutos, en un lugar determinado para realizar su análisis de manera individual (Calderón, 2016).

Esta muestra solo se la recoge una vez, con ella se puede analizar condiciones y la composición del medio, los análisis llevados a cabo son temperatura, potencial de hidrogeno, conductividad, oxígeno disuelto (Calderón, 2016).



Figura 8. Muestra simple
FUENTE: (Comisión nacional del agua,2018)

2.3.2 Muestra Compuesta

Estas muestras son la combinación de algunas muestras puntuales o simples las cuales son tomadas en un punto fijo y en diferentes tiempos, también se la conoce como muestra compuesta-tiempo (Calderón, 2016).

Una de las cosas positivas de realizar una muestra compuesta es economizar el gasto y el trabajo ya que se ahorra el análisis de un gran número de muestras por separado, porque posteriormente se obtendrá resultados totales y medios individualmente (Ramirez, 2017).

Cuando se vaya a analizar las características o componentes de cambios significativos, este tipo de muestras no se deberá emplear ya que se tendrá en cuenta la conservación y transporte porque puede sufrir alguna alteración. Se deberá realizar un muestreo de manera individual o in situ, por ejemplo, analizar parámetros como es el caso del pH, temperatura, cloro residual, oxígeno disuelto (Ramirez, 2017).

Para este tipo de muestra es necesario recoger varias muestras que sean representativas, en algunos casos, antes de llevar a cabo el muestreo es necesario agregar preservantes. Los frascos o recipientes deben ser amplios y tener gran capacidad para recoger volúmenes superiores a 120mL (Angulo, 2017).



Figura 9. Muestra compuesta
FUENTE: (Comisión nacional del agua,2018)

2.3.3 Muestra Integrada

Esta muestra radica en analizar muestras simples y se la realiza de manera simultánea en diferentes puntos lo más cerca posible, con un caudal que se mide en ese momento de manera proporcional (Calderón, 2016).

Para este tipo de muestras se debe conocer el movimiento y el volumen del agua que va ser estudiada. Para grandes profundidades se requiere de equipos diseñados para que el agua que se va a recoger no sea contaminada. También es necesario describir correctamente el plan de muestreo para tener un proceso menos complicado al realizar la toma de muestras (Angulo, 2017).

2.4. Preservación y Transporte de las muestras

Cuando se haya realizado el muestreo, se debe tener en cuenta guardar los frascos en un contenedor adecuado por ejemplo un cooler y mantenerlo fuera de cualquier tipo de contaminación y degradación, preservarlo en su estado original hasta llegar al laboratorio (Ramirez, 2017).

Nunca se obtiene de manera completa la preservación de las muestras ya sean de agua natural, industrial o residual, ya que no se logra la estabilidad completa de sus componentes. Preservar las muestras en lo mejor de los casos nos sirve para detener los cambios biológicos y químicos de la muestra obtenida de la fuente (Calderón, 2016).

2.4.1 Naturaleza de los cambios en la muestra

Para algunos parámetros como, hierro, cadmio, zinc, aluminio, cobre, cromo, entre otros es necesario no utilizar recipientes de vidrio, esto para no afectar las sustancias especialmente cationes por la conservación de las muestras (Ramirez, 2017).

2.4.2 Intervalo de tiempo entre la toma y el análisis de muestras

Para los parámetros físicos, el análisis será de manera inmediata en campo. Para muestras compuestas se deberá detallar si hubo algún cambio, que preservación es aplicada y el tiempo de finalización del muestreo (Calderón, 2016).

En la (Tabla 1) se observan los métodos recomendados para la preservación de varios parámetros esto según la Normativa Ecuatoriana INEN 2176 Agua, Calidad del agua, Muestreo, Técnicas de muestreo; los tipos de recipientes que se requieren, el volumen requerido para su análisis, el tiempo de almacenamiento máximo (INEN, 1998).

Tabla 1. Recomendaciones para el muestreo y preservación

| PARÁMETRO | TIPO DE FRASCO | VOLUMEN DE MUESTRA | PRESERVACIÓN | TIEMPO DE ALMACENAMIENTO |
|--|----------------|--------------------|---|--------------------------|
| COLOR | V o P | 500 mL | Refrigerar a 4 °C | 48 horas |
| DBO₅ | V o P | 1 Lt | Refrigerar a 4 °C | 24 horas |
| DQO | V o P | 10 mL | Refrigerar, agregar H ₂ SO ₄ hasta pH < 2 | 28 días |
| COLIFORMES TOTAL Y FECAL | V | 200 mL | Refrigerar a 4 °C | 24 horas |
| <u>METALES</u> Zn, Mn, Fe, Cu, Cd | V o P | 500 mL | Refrigerar, agregar HNO ₃ hasta pH <2 | 6 meses |

Sin embargo, no se pueden dar las reglas absolutas de los cambios posibles por las variables que estas pueden tener. Se deberá confiar en el criterio y experiencia que tenga el muestreador para obtener resultados de confiabilidad (Calderón, 2016).

Para muestras microbiológicas, es esencial que las temperaturas no se encuentren mayor a 6 °C ni se expongan al sol ya que los microorganismos se multiplicarán y se anularan, y si esto ocurre no se reflejará la realidad del resultado, esto hasta que las muestras lleguen al laboratorio preservándolas en hielo (Ostinelli, 2017).

En análisis microbiológicos esto puede deteriorar los organismos:

- La temperatura que está por encima de 6 °C
- Los rayos del sol
- Temperaturas muy bajas (congelamiento)

Cuando ocurre las dos primeras, los organismos se multiplican haciendo que la muestra sea inválida porque los resultados no reflejarán datos reales. La tercera, por temperaturas muy bajas los organismos mueren y dan resultados de no existencia de contaminación (Ostinelli, 2017).

Para análisis físico-químico las muestras se las debe realizar en distintos frascos y de manera separada a las muestras para análisis microbiológicos, se deberá tener en cuenta el tipo de recipiente, conservación y el tiempo que tardará en llegar al laboratorio, colocar de manera correcta su identificación y si es factible llevar el mismo día la muestra al laboratorio. Las muestras de análisis microbiológicos se las debe colocar en un ambiente siempre limpio y si se la llega a transportar en un vehículo tener precaución de no exponer al sol para evitar contaminación (Ostinelli, 2017).

Es necesario tomar en cuenta que el día que se realice la toma de muestra, transportarla lo más rápido que sea posible, evitando días no laborables o feriados ya que se necesita al menos 48 horas para preparar el medio de cultivo para su respectivo análisis (Calderón, 2016).

En el caso de que no se pueda entregar las muestras al laboratorio es necesario colocar el frasco en la parte interior de un cooler, pero evitando su congelamiento total (Ostinelli, 2017)

2.5. Parámetros a analizar

La evaluación de la calidad del agua se suele analizar midiendo parámetros físicos, químicos y microbiológicos. Esto ayuda a corroborar el estado del agua, utilizando a su vez normas legales como: norma INEN 1108, (TULSMA) Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente, Libro VI, Anexo I, Tabla 2

2.5.1 Parámetros físicos

- **Conductividad**

Cuenta con la capacidad de transportar corriente eléctrica de una solución por presencia de iones, temperatura, concentración total, movilidad, y valencias en el agua (ADECAGUA, 1992).

Puede tener presencia de sales, gases disueltos, pH, temperatura debido a la disolución de materiales y rocas los cuales pueden deteriorar la solubilidad de solutos en el agua (Sawyer, 2015).

- **Temperatura**

Puede influenciar en la química del agua incluyendo los organismos acuáticos, afectando la cantidad de oxígeno que se disuelve en el agua entre otros. La temperatura se la pueda medir en campo utilizando un conductímetro o a su vez medidores multiparámetros (Sawyer, 2015).

- **Turbidez**

Se puede medir la claridad del agua, tal que debido a la presencia de partículas que se encuentran en suspensión el agua pierde su transparencia. Se puede medir sólidos como arcilla, arena y otros materiales. Mientras la claridad del agua este más obscura parecerá más alta será la turbidez (González, 2011).

- **Potencial de hidrógeno o pH**

Está presente en determinadas soluciones e indica la acidez o alcalinidad de las disoluciones, además muestra concentraciones de ion hidrógeno. En cuanto a sus escalas el pH varía entre 0 a 14 en solución acuosas. Cuando el pH es menor a 7 estas se consideran ácidas y un pH alcalino cuando son superiores a 7 y neutra cuando es igual a 7 (Villa, 2011)

- **Color**

Cuando este parámetro excede los límites máximos permisibles es posible decir que la red de distribución tiende a sufrir de alguna ineficiencia, además este parámetro no asegura de mayor precisión la calidad ya que el agua carece de color. Es importante conocer que el color real se obtiene de extractos orgánicos y el color aparente el cual se debe a materia que se encuentra en suspensión (Sawyer, 2015).

- **Oxígeno disuelto**

Es la cantidad de oxígeno presente en las muestras de agua, cuando existe altos niveles de OD en las redes de distribución hay más altas posibilidades de que causa una corrosión en las tuberías. Cuando más elevado sea la valoración del oxígeno disuelto mejor será la calidad de agua, esta también relacionada a la temperatura, a mayor temperatura el OD será bajo y a menor temperatura el OD será mayor (Peña, 2007).

2.5.2 Parámetros químicos

- **Demanda química de oxígeno (DQO)**

Es posible conocer la cantidad de oxígeno la cual es necesaria para que las sustancias inorgánicas y orgánicas se oxiden utilizando reactivos químicos.

Los resultados de se obtengan de la DQO siempre serán más elevados que los valores de la DBO_5 (Aznar, 2000).

- **Demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5)**

Con este ensayo se puede conocer el consumo de oxígeno que está presente en el agua para degradar materia orgánica que es biodegradable por microorganismos (Aznar, 2000).

Dura un plazo de 5 días y se la conoce como DBO_5 , en este periodo se mide la cantidad de O_2 en el cual las bacterias consumen materia orgánica que necesitan para su respectivo análisis (INEN, 2013).

- **Sólidos disueltos totales (SDT)**

Se puede conocer la cantidad de material disuelto en el agua, si son muy grandes los valores nos indica que puede alterar la calidad de agua mostrándose turbia y disminuyendo el sabor (Aznar, 2000).

- **Sólidos totales (ST)**

Este parámetro es la combinación de sólidos disueltos y suspendidos que pueda tener el agua, es el material que queda después de someter a la evaporación el agua, si los valores muy altos pueden causar un sabor desagradable (Valcarcel, 2009).

- **Hierro total (Fe)**

Este metal se puede encontrar en el sistema de distribución por el estado de corrosión que tenga una tubería o en la corteza terrestre, puede alterar la calidad del agua por sus altas trazas de hierro y provocando un color rojizo (OMS, 2003).

- **Cobre (Cu)**

El cobre se lo puede detectar en las tuberías de las redes de distribución debido a la corrosión que estas puedan presentar. Cuando se obtiene cobre en los resultados de las muestras puede ser también por corrosión en la fabricación de las cañerías que tienen este material (INEN , 1984).

- **Manganeso (Mn)**

Está parámetro está presente en la naturaleza, es común que el agua potable, suelos o agua subterránea tenga bajos niveles de manganeso, el contacto con el manganeso ya sea bañándose o bebiendo puede exponer a contagio a bajos niveles de esta sustancia (Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades, 2016)

- **Cadmio (Cd)**

Este parámetro se puede encontrar en las tuberías de las redes de conducción contaminándola ya que en muchos casos estas tuberías son soldadas con material que lo contiene, aunque no se encuentra en cantidades grandes y no son preocupantes para la calidad del agua (Hernandez, 2014).

- **Zinc (Zn)**

El zinc se encuentra presente en el medio ambiente es más común encontrarlo en el agua, suelo o aire y en alimentos. En tuberías también se encuentra presente por consecuencia de dilución del zinc en concentraciones mayores (OMS, 2003).

2.5.3 Parámetros microbiológicos

- **Coliformes totales y/o fecales**

Este tipo de análisis microbiológico permite conocer indicadores en la calidad del agua ya sea de fuentes potabilizadoras o de fuentes naturales, la simple presencia nos indica patógenos que puede causar algunas enfermedades, aunque en coliformes totales la mayoría no causa enfermedades, excluyendo a coliformes fecales como la *Escherichia Coli* (Ríos, 2017).

En cuanto a coliformes fecales se las conoce como *Escherichia Coli*, son encontradas comúnmente en animales se sangre caliente y en seres humanos en los intestinos. Si se encuentra la presencia de coliforme fecal, nos indica que el agua está contaminada bien sea por desechos en las alcantarillas o por excremento y exponiendo a grandes riesgos de adquirir enfermedades, significando que cualquier proceso de desinfección que está tenga ha fracasado (OMS, 2005).

2.6. Plan de muestreo

Es el primer paso para garantizar la calidad de las muestras de agua. La muestra tomada se la debe realizar con precaución y guiándose de manera programada a un plan teniendo en cuenta la finalidad de garantía de los resultados analíticos que presente la fuente de origen en su composición real (ADECAGUA, 1992).

El plan de muestreo tiene que estar detallado en un documento o plantilla como mínimo con la siguiente información:

- Identidad de los muestreadores
- Codificación única del agua
- Georreferenciación del lugar de muestreo
- Descripción y características de la fuente
- Uso final de a dónde se dirige la fuente (riego, consumo humano, animal, etc.)
- Información sobre el lugar de la fuente (propietarios, tipo de consumo, vías de contacto)
- Hora, fecha, condiciones de la muestra y nombres de las personas encargadas de realizar el muestreo.
- Análisis a cumplir
- Preservación de la muestra (reactivos de haberse usado)
- Observaciones a tomar en cuenta
- Parámetros in situ (temperatura, Ph, etc.)
- Equipo y materiales de campo

3. METODOLOGÍA

3.1. Análisis de parámetros

- **Conductividad**

Para la medición de este parámetro primero se enjuago el sensor del medidor contacto de conductividad/STD, marca HACH, con agua destilada, se insertó en una jarra de 1 litro con la muestra recogida hasta que se muestre un valor estable en su lectura y se procedió a su registro.



Figura 10. Determinación de conductividad
FUENTE: (El Autor,2018)

- **Turbidez**

Se observa que las celdas se encuentren totalmente limpias y posteriormente se encera el equipo. Se verifica que el turbidímetro marca HACH 2100P se encuentre libre de humedad antes de iniciar con su respectiva medición (Figura 11), luego se coloca la celda con la muestra para la respectiva medición y se procede a registrar los valores.



Figura 11. Determinación de turbidez
FUENTE: (El Autor,2018)

- **Temperatura**

Para la medición de este parámetro primero se lavó la sonda del medidor contacto de conductividad/STD, marca HACH, con agua destilada para prevenir cualquier tipo de error durante la medición, se inserta la sonda en la muestra recogida y se espera un valor estable en su lectura y se procede a su registro.

- **Potencial de Hidrógeno (pH)**

La medición de este parámetro se lleva a cabo con un pH-metro marca Thermo Scientific Orión 4-star portátil, que fue calibrado previamente. Se empieza lavando la sonda con agua destilada. Se seca y se introduce en la muestra de agua (Figura 12). Se espera un valor estable en su lectura y se procedió a su registro.



Figura 12. Determinación de pH
FUENTE: (El Autor,2018)

- **Oxígeno Disuelto (OD)**

Para su respectivo análisis se utiliza un multiparámetro Hach HQ30D, calibrado previamente. Se procede a lavar la sonda con agua destilada, se secó y se la introdujo a la muestra de agua (Figura 13). Se espera un valor estable en su lectura y se procede a su registro.



Figura 13. Determinación de oxígeno disuelto
FUENTE: (El Autor,2018)

- **Demanda Química de Oxígeno (DQO)**

Para el respectivo análisis de DQO se utilizaron viales de rango bajo (Ver Tabla 2) ya que las muestras obtenidas son de consumo humano.

Para el blanco, se colocaron 2 mL de agua destilada en el vial de digestión de DQO. De la misma manera se agregaron 2 mL de la muestra de agua en otro vial. A continuación, se precalentó el biodigestor a 150°C y se procede a colocar el blanco y los viales con muestra durante un período de 45 min. Previamente para dejar salir los vapores producidos por el ácido, los viales se los cerró y agitó. Finalmente, se coloca dentro del digestor durante 2 horas, se utilizó el equipo espectrómetro para su respectiva lectura y se procede a registrar los valores. (Figura 14).



Figura 14. Determinación de la demanda química de oxígeno (DQO)
FUENTE: (El Autor,2018)

Tabla 2. Rango del DQO

| RANGO 100 -1500 mg/L | RANGO 1,0 -15,0 | AGUA DESTILADA |
|-------------------------|--------------------|-------------------|
| 0 | 0 | 2,0 |
| 400 | 4 | 1,8 |
| 800 | 8 | 1,6 |
| 1200 | 12 | 1,4 |
| 1500 | 15 | 1,25 |

Con la siguiente formula se puede determinar el cálculo de la DQO

$$DQO_{TOTAL} = DQO_{BIODEGRADABLE} + DQO_{NO\ BIODEGRADABLE}$$

Ecuación 1. Determinación de DQO

- **Demanda Biológica de Oxígeno (DBO)**

Para este análisis se utiliza el método de OxyTop para determinar la DBO₅, para seguir el crecimiento del consumo de oxígeno durante 5 días. (Figura 15).

Este método consiste en guiarse en los valores que se obtuvo en la DQO para poder llenar una botella ámbar con un volumen de agua específico. (Ver Tabla 3).

Se agrega en el interior de la botella ámbar una barra de agitación magnética y se coloca un caucho en el cuello de la botella ámbar agregando dos pepas pellets. Se tapa cuidadosamente con el OxyTop, para oprimir simultáneamente los botones M y S aproximadamente de dos a tres segundos para la calibración del equipo. Luego se colocaron las botellas en la incubadora a 25°C, se registra los valores obtenidos después de 5 días oprimiendo el botón M.

Con la siguiente fórmula se determinó el valor de la DBO₅:

$$DBO_5 = \frac{(V_5 - V_1)}{PROM}$$

Ecuación 2. Determinación de DBO_5

Donde:

V_5 = Valor obtenido en el quinto día en mg/L

V_1 = Valor obtenido en el primer día en mg/L

PROM = Promedio de valores de los cinco días en mg/L



Figura 15. Determinación de la demanda biológica de oxígeno (DBO_5)
FUENTE: (El Autor,2018)

Tabla 3. Volumen para DBO en base a DQO

| VOLUMEN DE LA MUESTRA (mL) | RANGO DE MEDIDA DQO (mg/L) | FACTOR |
|----------------------------|----------------------------|--------|
| 432 | 0-40 | 1 |
| 365 | 0-80 | 2 |
| 250 | 0-200 | 4 |
| 164 | 0-400 | 10 |
| 97 | 0-800 | 20 |
| 43,5 | 0-2000 | 50 |

- **Sólidos Disueltos Totales (SDT)**

Este parámetro se determina por el método gravimétrico con filtros y crisoles. Los crisoles fueron lavados y colocados en una mufla a temperatura de 550 °C durante 24 horas, para evitar cualquier tipo de residuo o algún rastro de impureza. Luego se coloca en el desecador durante 30 minutos para que se enfríen. Una vez listos, se usó el filtro y se pesó para obtener el peso inicial.

Luego se coloca en el equipó de filtración 50 mL de muestra. (Figura 16). Después de la filtración se tomó el papel filtro y se colocó nuevamente en los crisoles, para su respectiva evaporación del agua en una estufa eléctrica a una temperatura de 103°C - 115°C durante 24 horas.

Finalmente se utilizaron pinzas para el retiro del crisol y se colocaron en el desecador aproximadamente 30 minutos. Finalmente sujetamos el crisol para proceder a su respectiva medición de su peso.

El cálculo de sólidos disueltos de la puede obtener con la siguiente fórmula:

$$SDT = \frac{((P2 - P1) X 1000)}{Vm}$$

Ecuación 3. Determinación de solidos disueltos totales

Donde:

P2 = Peso del residuo seco + crisol tarado (mg)

P1 = Peso del crisol respectivamente tarado (mg)

V_m = Volumen de muestra que es filtrada la cual se colocó en la cápsula.



Figura 16. Determinación de sólidos disueltos totales
FUENTE: (El Autor,2018)

- **Sólidos totales (ST)**

Se requirieron crisoles para su respectivo lavado y se necesitó de una estufa a temperatura de 105 °C durante 24 horas, luego de ese tiempo se procede a colocar los crisoles en un desecador por 30 minutos aproximadamente esto con el objetivo de que los crisoles se enfríen. Una vez transcurrido el tiempo se los lleva a una balanza analítica calibrada para su respectiva medición (Figura 17).

Se encendió la mufla a 505 °C y se colocan los crisoles por 20 minutos, se enfrió gradualmente el crisol llevándolo al desecador, registramos en nuevo peso del crisol.

Con la siguiente formula se realizó el cálculo de sólidos totales:

$$ST = \frac{(P2 - P1)}{V_m} \times 1000$$

Ecuación 4. Determinación de sólidos totales

Donde:

P2 = Peso del residuo seco + crisol tarado en mg

P1 = Peso del crisol tarado en mg

V_m = volumen de la muestra en mL



Figura 17. Determinación de sólidos totales
FUENTE: (El Autor,2018)

- **Color**

La realización de este parámetro se la lleva a cabo con el equipo espectrofotómetro marca HACH, UV-Vis. Se escoge dentro del equipo la medición de longitud de onda de 455 nm para proceder con la medición. Se preparó dos celdas, la primera con 10 mL de agua destilada que se la utilizara de blanco para su respectivo ajuste en cero y en la otra celda se preparó 10 mL de muestra para lograr las mediciones requeridas de color.

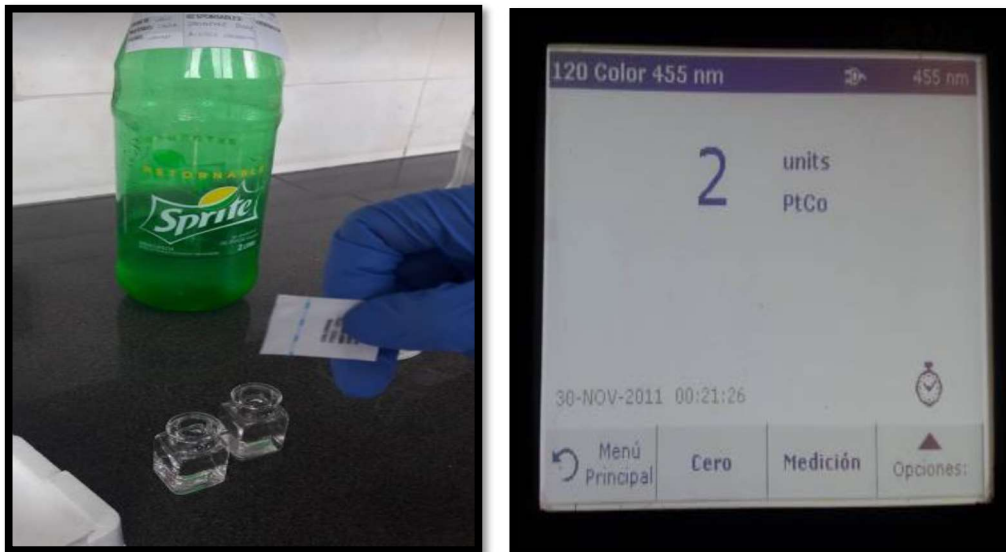


Figura 18. Determinación de color
FUENTE: (El Autor,2018)

- **Cobre (Cu)**

Para este parámetro se usó un espectrofotómetro marca Hach UV-Vis modelo 2700 teniendo como reactivo al CuVer 1. Se usaron dos celdas de vidrio de 10 mL cada una; en una se utilizó la muestra y se agregó el reactivo CuVer 1, mientras que la segunda celda se colocó la muestra para la preparación del blanco. Una vez que se colocó el reactivo se procede a agitarlo suavemente de forma circular para después dejar reposar por 2 minutos. Luego de dicho tiempo se procedió a realizar la medición.

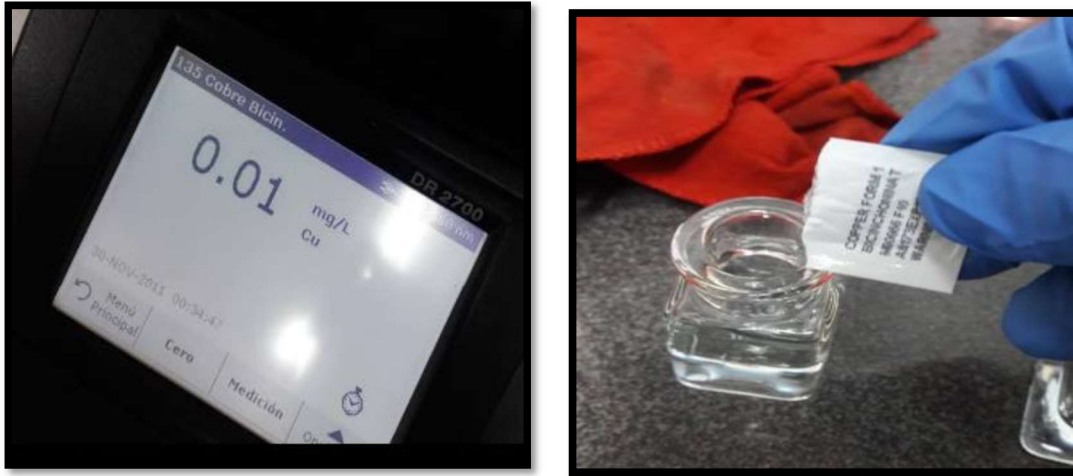


Figura 19. Determinación de cobre
FUENTE: (El Autor,2018)

- **Hierro Total (Fe)**

Se utilizó el reactivo FerroVer a través de un espectrofotómetro marca Hach UV-Vis modelo 2700. Se usaron dos celdas de vidrio de 10 mL cada una, la primera se colocó la muestra y se la usó como blanco, mientras que en la segunda celda se colocó la muestra agregado el reactivo FerroVer. Una vez que se colocó el reactivo se procedió a agitarlo minuciosamente, dejamos reposar por 3 minutos, luego se realizó la medición.

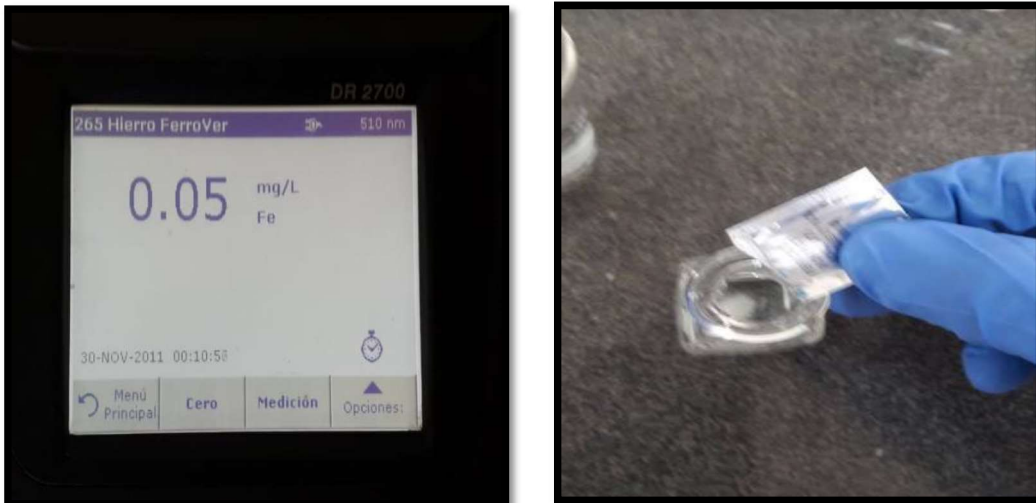


Figura 20. Determinación de hierro total
FUENTE: (El Autor,2018)

- **Manganeso (Mn)**

Para el caso del Manganeso se lo realizó a través de un espectrofotómetro marca Hach UV-Vis modelo 2700 teniendo como reactivo Manganese citratebuffer. Se necesitaron de dos celdas de vidrio cada una de 10 mL, la primera se colocó la muestra y agregando el reactivo Manganese citratebuffer, mientras que en la segunda se colocó la muestra para el uso del blanco. Una vez que se colocó el reactivo se procede a agitarlo suavemente de forma circular para después agregar Peryodato de Sodio, se mezcla y se deja reposar por 2 a 3 minutos para finalmente proceder a su medición.



Figura 21. Determinación de manganeso
FUENTE: (El Autor,2018)

- **Aluminio (Al)**

Para la medición de este parámetro se utilizó un espectrofotómetro marca Hatch UV-Vis modelo 2700 teniendo como reactivo AluVer3. Se usó una probeta de 50 mL y se agrega Polvo de Ácido Ascórbico, agitamos hasta disolver. Una vez disuelto se agregó el reactivo AluVer3 y esperamos 1 minuto. Para la preparación del blanco utilizamos una celda de vidrio de 10 mL. Se colocó la mezcla que se obtuvo de la probeta, añadimos un polvo de Aluminio de Blanqueo y mezclamos por 30 segundos. Esta solución se tornó de color naranja. Esperamos 15 minutos. Una vez que se dejó reposar se realizó la medición.

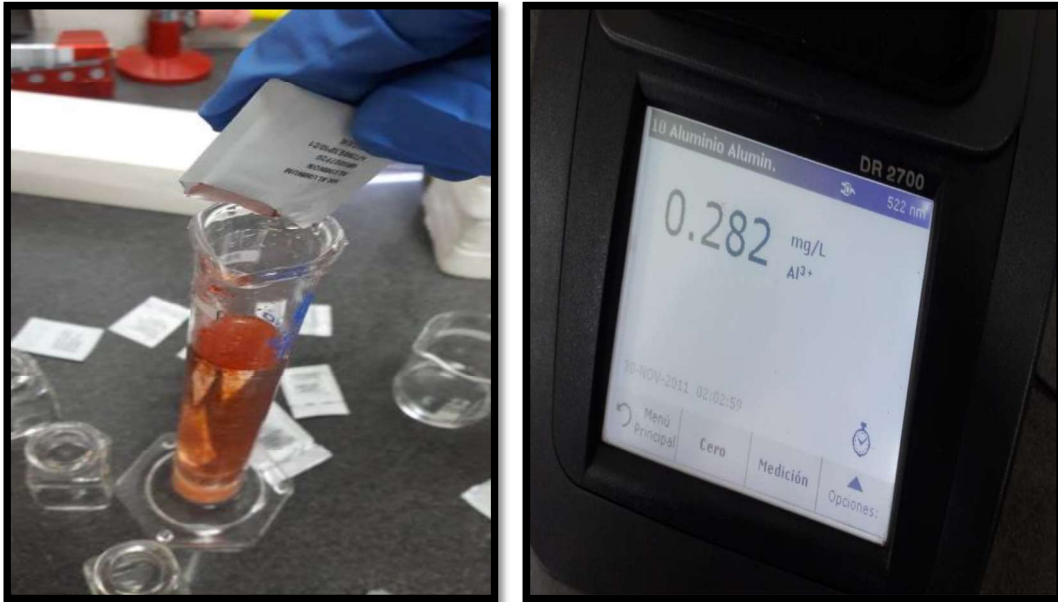


Figura 22. Determinación de aluminio
FUENTE: (El Autor,2018)

- **Cadmio (Cd)**

Para el análisis de cadmio primero se digirió la muestra, para ello se midió 100 mL de nuestra muestra utilizando una probeta para colocarlo en un Erlenmeyer. Se agregaron 5 mL de ácido nítrico en Erlenmeyer. Se lo llevó a ebullición lenta hasta alcanzar aproximadamente un volumen de 10 a 20 mL. Se retiró el Erlenmeyer de la plancha de calentamiento y se enjuagó con 10 mL utilizando agua destilada en las paredes del Erlenmeyer y se esperó a que enfrié a una temperatura ambiente. Luego se filtró nuestra muestra con papel filtrante de 0,45 μm . Antes de finalizar la filtración se enjuagaron las paredes del Erlenmeyer y se filtra en el balón aforado de 100 mL con agua destilada y se procedió a la medición.

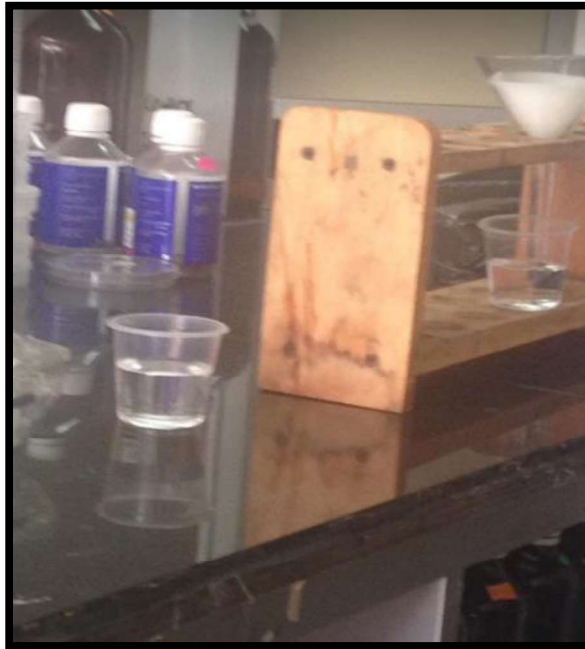


Figura 23. Determinación de cadmio
FUENTE: (El Autor,2018)

- **Zinc (Zn)**

Para el caso del Zinc se lo realizó a través de un espectrofotómetro marca Hatch UV-Vis modelo 2700 teniendo como reactivo ZincoVer 5. Se usó una probeta de 25 mL, se la llenó hasta los 20 mL con la muestra, Añadimos el ZincoVer 5 y se mezcló presentándose un color anaranjado. Para la preparación de blanco utilizamos una celda de vidrio de 10 mL, llenándola hasta la marca con la mezcla de la probeta. Con un gotero agregó 0,5 mL de ciclohexanona a la mezcla que queda en el tubo mezclado, se esperó 30 segundos mezclando de arriba hacia abajo y esperamos 3 minutos. Se llenó otra celda de 10 mL con la muestra sobrante de nuestro tubo mezclado, limpiamos bien la celda. Una vez que se dejó reposar se realizó la medición.

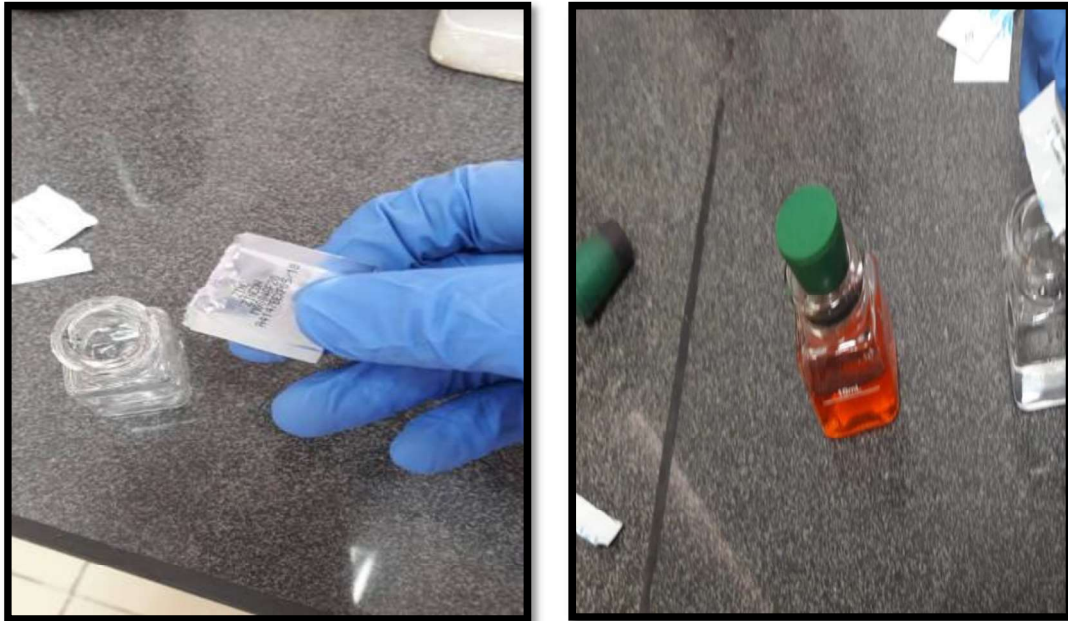


Figura 24. Determinación de zinc
FUENTE: (El Autor,2018)

- **Coliformes totales**

Para efectuar este parámetro se utilizaron frascos esterilizados al momento de recoger las muestras. Se utilizó el método del Número Más Probable (NMP), que consta de prueba confirmativa para coliformes fecales y prueba presuntiva para coliformes totales.

Prueba presuntiva

Primero se comienza con la preparación del medio de cultivo (Figura 25) utilizando 0.005 g de púrpura de bromocresol y 6,5 g de caldo lactosado, aforándolos respectivamente utilizando un matraz de 500 mL con agua destilada.

Verificando que el resultado se encuentre en un pH entre 6.9 ± 0.2 para respectivamente almacenarlo de manera hermética a una temperatura ambiente hasta su respectivo uso.



Figura 25. Preparación del medio de cultivo
FUENTE: (El Autor,2018)

Se realizaron las siguientes diluciones: 10^{+1} , 10^0 , 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} .

Para la realización del agua de dilución se preparó la solución tampón A y tampón B. Para el tampón A se tomaron 34 g de fosfato monopotásico y se utilizó un matraz de 1000 mL con agua destilada para su respectivo aforó. Para la solución tampón B se tomaron 8.1 g de cloruro de magnesio hexahidratado aforándolo a un matraz de 1000 mL con agua destilada.

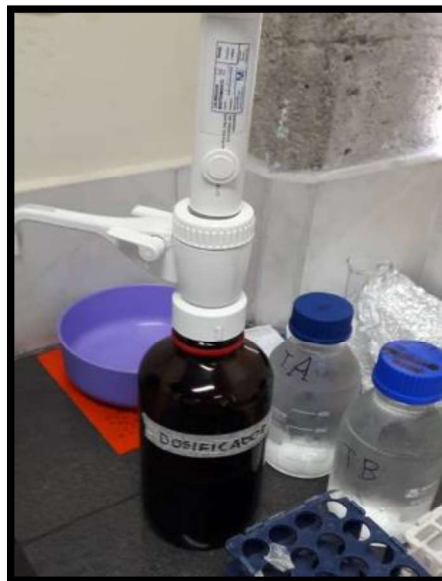


Figura 26. Preparación de solución tampón
FUENTE: (El Autor,2018)

Para preparar la solución tampón o agua de dilución de fosfatos, tampón A + solución tampón B, se colocaron 1.25 mL de solución del tampón A y 5 mL de solución del tampón B en un matraz de 1000 mL con agua destilada para su respectivo aforó, almacenándolo hasta su respectivo uso.

Se utilizó un dosificador en el cual se agregó 10 mL de nuestro medio de cultivo en cada uno de los tubos de ensayo para siembra forma similar. Se agregaron 9 mL de la solución tampón en los tubos de ensayo y se sellaron todos los tubos. Antes de comenzar con la siembra se procede a rotular los tubos y colocarlos en gradillas. Ver (Figura 27)



Figura 27. Sello con tampones hechos de gasa o algodón
FUENTE: (El Autor,2018)

Se esterilizaron los tubos para siembra, de dilución y puntas para micropipeta en la autoclave para esterilizarlos a 121 °C por aproximadamente 2 horas. (Figura 28)



Figura 28. Colocación en recipientes para su posterior esterilización en autoclave
FUENTE: (El Autor,2018)

Se esterilizó el lugar en donde se va a realizar la siembra, utilizando alcohol y un mechero encendido, esto para crear un medio aséptico. La siembra se la lleva a cabo con una micropipeta de 1000 μ l y puntas plásticas que fueron cambiadas para cada repetición.

Con la micropipeta de 1000 μ l y puntas plásticas, se agregaron 10 mL de nuestra muestra y se la coloca en los tubos que contienen nuestro medio de cultivo de 10^{+1} y repetimos 3 veces.

Para 10^0 se agregó 1 mL de muestra. en los tres tubos que contienen el medio de cultivo. Para 10^{-1} , tenemos un tubo pequeño que contiene 9 mL de agua de dilución a ese se agregó 1 mL de muestra y homogenizamos y luego con la micropipeta se agregó 1 mL de esta mezcla a los tres tubos que contienen nuestro medio de cultivo.

Para 10^{-2} se agregó 1 mL de mezcla del tubo pequeño de la anterior dilución y homogenizamos, se agregó 1 mL, de 1mL de esta mezcla a los tres tubos que contienen nuestro medio de cultivo. Para 10^{-3} se agregó 1 mL de mezcla del tubo pequeño de la anterior dilución y homogenizamos, se agregó 1 mL de esta mezcla a los tres tubos que contienen nuestro medio de cultivo. Cabe recalcar que se debe cambiar las puntas plásticas en cada repetición. (Figura 29)



Figura 29. Colocación de dilución con micropipeta y puntas
FUENTE: (El Autor,2018)

Para finalizar se lleva los tubos de ensayo a la incubadora a una temperatura de 35 °C por 48 horas. Después de transcurrir ese lapso de tiempo se procede a verificar si los tubos de ensayo colocados en la incubadora presentaron algún resultado positivo, esto se sabrá porque se altera el color de púrpura a amarillo, la cual mostrará la presencia de coliformes totales.

- **Coliformes fecales**

Se descartó la prueba confirmativa para la determinación de coliformes fecales debido que no se presentó ningún tipo de coloración en los tubos de ensayo después de 48 horas que estuvieron en inoculación en la prueba presuntiva.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Determinación de fallas en el sistema de conducción

Se realizó un recorrido a pie para observar las posibles fallas, fugas o alguna ruptura de las tuberías, válvulas o accesorios que abastecen el recurso hídrico a los pobladores.

Estado del sistema de agua del barrio

Gracias al recorrido realizado en campo se observó el estado de los sistemas de agua de los sectores, mismo que será descrito a continuación.

4.1.1 Sector Peña Blanca

La tubería de conducción de agua del Sector Peña Blanca se encuentra en buen estado. El único inconveniente es que la mayor parte de la tubería de PVC se encuentra descubierta. El tanque de almacenamiento cuenta con una válvula flotadora que pasa cerrado por lo que no presenta ningún problema.



Figura 30. Tanque de almacenamiento Peña Blanca
FUENTE: (El Autor,2018)

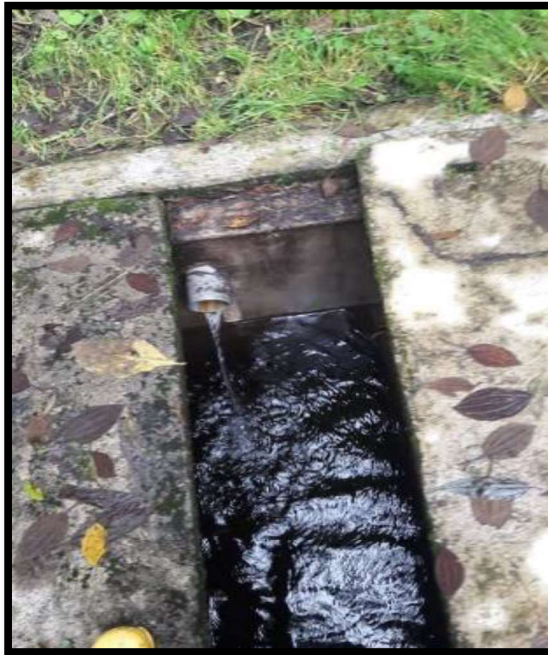


Figura 31. Tanque de almacenamiento Peña Blanca abierto
FUENTE: (El Autor,2018)



Figura 32. Línea de conducción sector Peña Blanca a través de tubería
FUENTE: (El Autor,2018)

4.1.2 Sector las Abejas

Su línea de conducción es a través de manguera de polietileno de 2". Esta al encontrarse en su mayoría descubierta es propensa a sufrir alguna alteración o falla, y no abastece de agua a todo el poblado, sino solo a una parte de ella.

Se observó que las mangueras de conducción pueden ser propensas a incendios ya que hay ocasiones que los pobladores del Barrio Urauco preparan su comida en leña cerca del lugar por donde pasan las mangueras y pueden causar alguna abertura en la manguera causando fugas porque olvidan apagar el fuego.

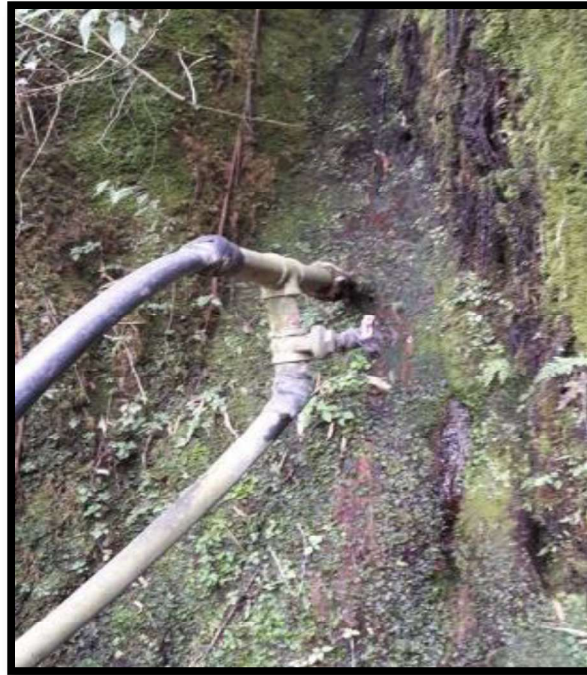


Figura 33. Línea de conducción sector las Abejas a través de mangueras de polietileno fuente 1

FUENTE: (El Autor,2018)



Figura 34. Línea de conducción sector las Abejas a través de mangueras de polietileno fuente 2

FUENTE: (El Autor,2018)

4.1.3 Sector Gallo Canta

La línea de conducción es a través de tuberías de PVC de presión y complementándose con mangueras de polietileno de 2 pulgadas con uniones simples como teflón y cinta taípe negra, la mayor parte se encuentran descubiertos.

Se observó que al igual que en el Sector de las Abejas el sistema de conducción puede ser propenso a quemarse ya que hay ocasiones que los pobladores del Barrio Urauco preparan su comida en leña cerca del lugar por donde pasan las mangueras y pueden causar alguna abertura en la manguera causando fugas.

Según el presidente de la junta de agua del barrio Urauco (Alcides Cachaguay), los pobladores del sector hacen una minga cada 6 meses en los lugares donde se encuentran los tanques de almacenamiento. Con el fin de que estos no presenten algún inconveniente al hábitat natural.



Figura 35. Línea de conducción sector Gallo Canta a través de tuberías
FUENTE: (El Autor,2018)



Figura 36. Manguera encontrada al aire libre sector Gallo Canta
FUENTE: (El Autor,2018)

4.2. Comparación con la normativa

A continuación, se efectuó una comparación de los resultados que se obtuvo entre los análisis de laboratorio de las muestras de agua del Barrio Urauco con las normas INEN 1108 y del TULSMA Libro VI Anexo I, Tabla 2 para determinar si cumple con los requisitos mínimos que debe tener el agua para el consumo humano.

Tabla 4. Comparación de parámetros obtenidos con normativas

| <u>PARÁMETROS</u> | <u>UNIDADES</u> | <u>NORMA</u> <u>INEN</u> <u>1108</u> | <u>TULSMA LIBRO</u> <u>VI ANEXO I</u> <u>TABLA 2</u> | <u>NORMA DEL</u> <u>DMQ</u> <u>ORDENANZA</u> <u>138</u> | <u>SECTOR PEÑA</u> <u>BLANCA</u> | | <u>SECTOR LAS</u> <u>ABEJAS</u> | | <u>SECTOR</u> <u>GALLO</u> <u>CANTA</u> | <u>SI CUMPLE</u> <u>O NO</u> <u>CUMPLE</u> <u>CON LAS</u> <u>NORMAS</u> |
|-------------------|-----------------|--|---|--|-------------------------------------|-----------------|------------------------------------|-----------------|---|---|
| | | | | | <u>Fuente 1</u> | <u>Fuente 2</u> | <u>Fuente 1</u> | <u>Fuente 2</u> | | |
| Conductividad | µS/cm | 1500 | | | 58,6 | 58,6 | 85,9 | 87,1 | 109,9 | Si cumple |
| Turbidez | NTU | 5 | 10 | | 0,62 | 0,62 | 0,59 | 0,62 | 0,15 | Si cumple |
| pH | | 6,5 - 8,5 | 6 - 9 | 5 - 9 | 7,98 | 7,98 | 7,91 | 7,92 | 7,16 | Si cumple |
| Oxígeno Disuelto | mg/L | | No menos al 80% de oxígeno de su saturación y no menor a 6 mg/L | | 6,81 | 6,81 | 7,01 | 6,78 | 7,41 | Si cumple |

| Temperatura | °C | | Condición Natural + o - 3 grados | < 35 | 11,2 | 11,2 | 12,9 | 11,3 | 11,2 | Si cumple |
|------------------------------|-----------------|-----------|-------------------------------------|-----------------------|--------|--------|-------|-------|-------|-----------|
| Hierro Total | mg/L | 0,3 | 0,3 | 10 | 0,05 | 0,03 | 0,01 | 0,02 | 0,05 | Si cumple |
| Cobre | mg/L | 2 | 1,0 | 2,0 | 0,05 | 0,01 | 0,04 | 0,03 | 0,01 | Si cumple |
| Manganeso | mg/L | 0,4 | 0,1 | 2,0 | 0,02 | 0,04 | 0,4 | 0,3 | 0,4 | No cumple |
| Aluminio | mg/L | 0,25 | 0,1 | 5,0 | 0,09 | 0,087 | 0,1 | 0,1 | 0,086 | Si cumple |
| Cadmio | mg/L | 0,003 | 0,001 | 0,02 | 0,0008 | 0,0008 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | Si cumple |
| Zinc | mg/L | 3 | 5,0 | 2,0 | 1,9 | 2,0 | 1,8 | 1,9 | 1,9 | Si cumple |
| Coliformes Totales | NMP / 100 mL | | 50* | | <1,1 | <1,1 | <1,1 | <1,1 | <1,1 | Si cumple |
| Coliformes Fecales | NMP / 100 mL | <1,1 | | Remoción >al 99,9% | <1,1 | <1,1 | <1,1 | <1,1 | <1,1 | Si cumple |
| DBO ₅ | mg/L | | 2,0 | 100 | 0,71 | 0,71 | 0,17 | 0,13 | 0,26 | Si cumple |
| DQO | mg/L | | 400 | 160 | 102 | 105 | 3 | 1 | 21 | Si cumple |
| Color | (Pt-Co) | 15 | 20 | | 2 | 1 | <1 | <3 | <2 | Si cumple |
| Cloro | (Pt-Co) | 0,3 a 1,5 | | 0,5 | 0,05 | 0,06 | 0,04 | 0,05 | 0,02 | Si cumple |
| Sólidos Totales Disueltos | mg/L | 1000 | 500 | | 0,098 | 0,12 | 0,072 | 0,086 | 0,102 | Si cumple |

4.3. Discusión de resultados

Los resultados que se obtuvieron durante los análisis químicos, físicos y microbiológicos realizados en el Barrio Urauco en la parroquia de Lloa fueron comparados con las tres normativas anteriormente nombradas. Los valores alcanzados durante los análisis cumplen en su mayoría con las normativas mostrando datos bajos en relación a los límites máximos permisibles con excepción del manganeso que cumple con la norma INEN 1108 y con la Norma técnica para control de descargas líquidas del DMQ ordenanza 138, Anexo I, Tabla No. 1, pero no con el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente TULSMA Libro VI, Anexo I, Tabla 2. (Ver Tabla 4).

Los valores de los análisis obtenidos del Barrio Urauco, permitieron conocer el estado del agua, los cuales no influyen significativamente en la calidad de la misma ya que la mayor cantidad de los parámetros cumplen con las normativas nombradas.

Con relación al análisis microbiológico, los resultados que se obtuvieron en el laboratorio presentaron la ausencia total de microorganismos EC en los tres sectores del Barrio Urauco.

A continuación, en las Tablas 5,6,7,8,9,10,11 y 12 se muestran los valores generalizados obtenidos en los análisis químicos, físicos y microbiológicos de los diferentes sectores del Barrio Urauco.

4.3.1 Sector Peña Blanca

Cuenta con dos fuentes diferentes de agua para la distribución de agua.

Se ha hecho un estudio por triplicado y se presenta el valor promedio.

- **FUENTE 1**

Tabla 5. Caudal sector Peña Blanca

| | <u>REPETICIÓN 1</u> | <u>REPETICIÓN 2</u> | <u>REPETICIÓN 3</u> |
|-------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Tiempo [S] | 9,44 | 9,43 | 9,83 |
| Volumen [mL] | 980 | 960 | 985 |
| Caudal = $\left[\frac{L}{S}\right]$ | 0,104 | 0,1018 | 0,100 |

Tabla 6. Parámetros in situ y ex situ del sector Peña Blanca

| <i>PARÁMETROS</i> | <i>IN SITU</i> | <i>EX SITU</i> |
|----------------------------|----------------|----------------|
| Conductividad [μS/cm] | 55,2 | 58,6 |
| Turbidez [NTU] | 0,58 | 0,62 |
| pH | 7,96 | 7.98 |
| Oxígeno Disuelto [mg/L] | 6,77 | 6,81 |
| Temperatura [°C] | 10,5 | 11,2 |

- **FUENTE 2**

Tabla 7. Parámetros in situ y ex situ del sector Peña Blanca de la fuente 2

| <i>PARÁMETROS</i> | <i>IN SITU</i> | <i>EX SITU</i> |
|----------------------------|----------------|----------------|
| Conductividad [μS/cm] | 57,6 | 58,6 |
| Turbidez [NTU] | 0,73 | 0,88 |
| pH | 7,94 | 7.98 |
| Oxígeno Disuelto [mg/L] | 7,03 | 7,03 |
| Temperatura [°C] | 10,5 | 10,7 |

Tabla 8. Resultados de análisis parámetros físicos, químicos y microbiológicos sector de Peña Blanca

| <u>PARÁMETROS</u> | <u>SECTOR PEÑA BLANCA</u> | |
|-----------------------------------|---------------------------|-----------------|
| | <u>Fuente 1</u> | <u>Fuente 2</u> |
| Hierro Total [mg/L] | 0,05 | 0,03 |
| Cobre [mg/L] | 0,05 | 0,01 |
| Manganeso [mg/L] | 0,02 | 0,04 |
| Aluminio [mg/L] | 0,09 | 0,087 |
| Cadmio [mg/L] | 0,0008 | 0,0008 |
| Zinc [mg/L] | 1,9 | 2,0 |
| Coliformes Totales [NMP] | <1,1 | <1,1 |
| Coliformes Fecales [NMP] | <1,1 | <1,1 |
| DBO ₅ [mg/L] | 1 | 5 |
| DQO [mg/L] | 102 | 102 |
| Color [Pt-Co] | 2 | 1 |
| Sólidos Totales [mg/L] | 0.104 | 0.096 |
| Sólidos Totales Disueltos [mg/L] | 0.096 | 0.12 |

4.3.2 Sector las Abejas

Cuenta con dos fuentes diferentes de agua para la distribución de agua.

Se ha hecho un estudio por duplicado o triplicado y se presenta el valor promedio.

- **FUENTE 1**

Tabla 9. Caudal sector las Abejas

| | <u>REPETICIÓN 1</u> | <u>REPETICIÓN 2</u> | <u>REPETICIÓN 3</u> |
|-------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Tiempo [S] | 2,37 | 2,20 | 2,19 |
| Volumen [mL] | 987 | 981 | 978 |
| Caudal = $\left[\frac{L}{S}\right]$ | 0,416 | 0,445 | 0,446 |

Tabla 10. Parámetros in situ y ex situ del sector las Abejas

| <u>PARÁMETROS</u> | <u>IN SITU</u> | <u>EX SITU</u> |
|--------------------------------|----------------|----------------|
| Conductividad [μ S/cm] | 85,6 | 85,9 |
| Turbidez [NTU] | 0,53 | 0,59 |
| pH | 7,87 | 7,91 |
| Oxígeno Disuelto [mg/L] | 6,91 | 7,01 |
| Temperatura [°C] | 12,1 | 12,9 |

- **FUENTE 2**

Tabla 11. Parámetros in situ y ex situ del sector las Abejas fuente 2

| <u>PARÁMETROS</u> | <u>IN SITU</u> | <u>EX SITU</u> |
|----------------------------|----------------|----------------|
| Conductividad [μS/cm] | 86,8 | 87,1 |
| Turbidez [NTU] | 0,58 | 0,62 |
| pH | 7,89 | 7.92 |
| Oxígeno Disuelto [mg/L] | 6,70 | 6,78 |
| Temperatura [°C] | 11,1 | 11,3 |

Tabla 12. Resultados de análisis parámetros físicos, químicos y microbiológicos del sector las Abejas

| <u>PARÁMETROS</u> | <u>SECTOR LAS ABEJAS</u> | |
|---------------------------|--------------------------|-----------------|
| | <u>Fuente 1</u> | <u>Fuente 2</u> |
| Hierro Total [mg/L] | 0,01 | 0,02 |
| Cobre [mg/L] | 0,04 | 0,03 |
| Manganeso [mg/L] | 0,4 | 0,3 |
| Aluminio [mg/L] | 0,1 | 0,1 |
| Cadmio [mg/L] | 0,001 | 0,001 |
| Zinc [mg/L] | 1,8 | 1,9 |
| Coliformes Totales [NMP] | <1,1 | <1,1 |
| Coliformes Fecales [NMP] | <1,1 | <1,1 |

| | | |
|--------------------------|-------|-------|
| DBO ₅ [mg/L] | 3 | 1 |
| DQO [mg/L] | <1 | <3 |
| Color [Pt-Co] | <1 | <3 |
| Sólidos Totales [mg/L] | 0.072 | 0,086 |

4.3.3 Sector Gallo Canta

Cuenta con una fuente de agua para la distribución de agua.

Se ha hecho un estudio por duplicado o triplicado y se presenta el valor promedio.

- **FUENTE 1**

Tabla 13. Caudal sector Gallo Canta

| | <i>REPETICIÓN 1</i> | <i>REPETICIÓN 2</i> | <i>REPETICIÓN 3</i> |
|-------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Tiempo [S] | 8,32 | 9,75 | 9,87 |
| Volumen [mL] | 977 | 984 | 989 |
| Caudal = $\left[\frac{L}{S}\right]$ | 0,117 | 0,101 | 0,100 |

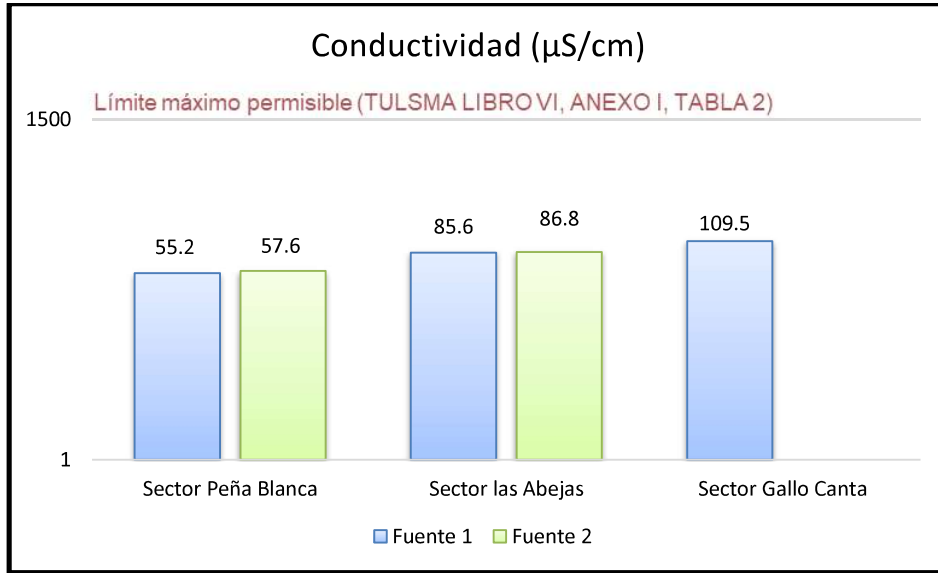
Tabla 14. Parámetros in situ y ex situ del sector Gallo Canta

| <i>PARÁMETROS</i> | <i>IN SITU</i> | <i>EX SITU</i> |
|-----------------------------|----------------|----------------|
| Conductividad [μ S/cm] | 109,5 | 109,9 |
| Turbidez [NTU] | 0,13 | 0,15 |
| pH | 7,13 | 7.16 |
| Oxígeno Disuelto [mg/L] | 7,38 | 7,41 |
| Temperatura [°C] | 10,8 | 11,2 |

Tabla 15. Resultados de análisis parámetros físicos, químicos y microbiológicos del sector Gallo Canta

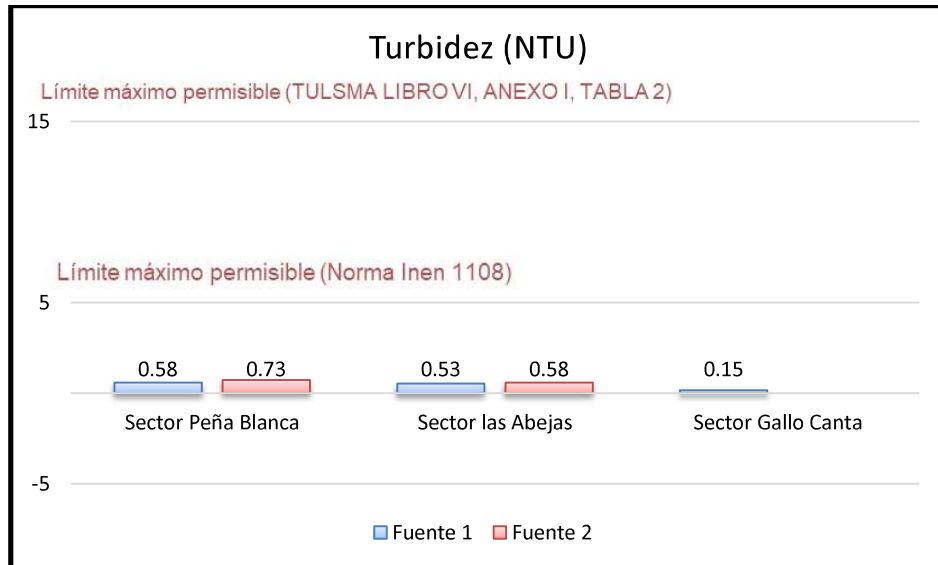
| <u>PARÁMETROS</u> | <u>SECTOR PEÑA BLANCA</u> |
|-----------------------------------|---------------------------|
| | <u>Fuente 1</u> |
| Hierro Total [mg/L] | 0,05 |
| Cobre [mg/L] | 0,01 |
| Manganeso [mg/L] | 0,4 |
| Aluminio [mg/L] | 0,086 |
| Cadmio [mg/L] | 0,001 |
| Zinc [mg/L] | 1,9 |
| Coliformes Totales [NMP] | <1,1 |
| Coliformes Fecales [NMP] | <1,1 |
| DBO ₅ [mg/L] | 2 |
| DQO [mg/L] | 21 |
| Color [Pt-Co] | <2 |
| Sólidos Totales [mg/L] | 0.118 |
| Sólidos Totales Disueltos [mg/L] | 0,102 |

- **Conductividad**



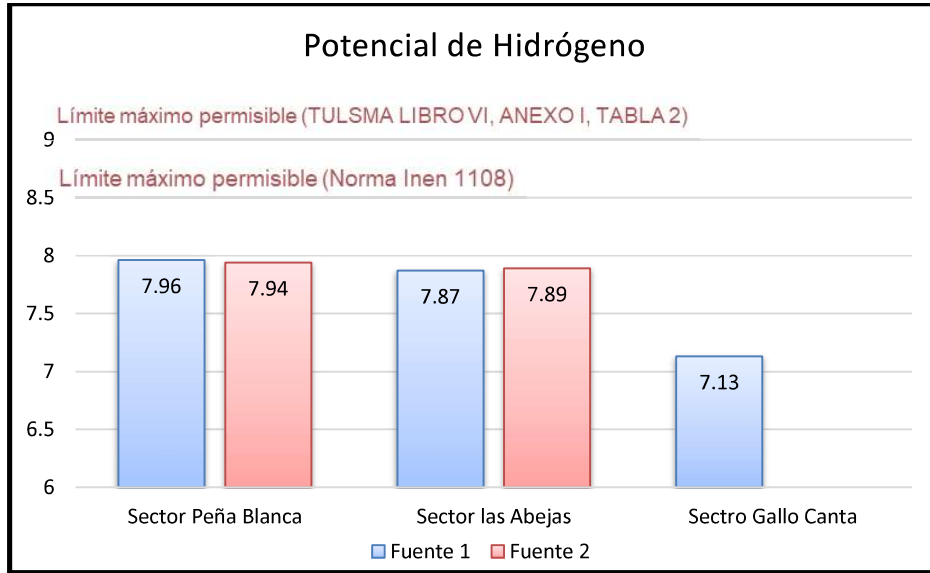
Los datos obtenidos de la conductividad en el Barrio Urauco de los diferentes sectores cumplen con la norma INEN 1108 Agua Potable, con el máximo límite permisible que es 1500 µS/cm, el valor de conductividad es óptimo para el consumo.

- **Turbidez**



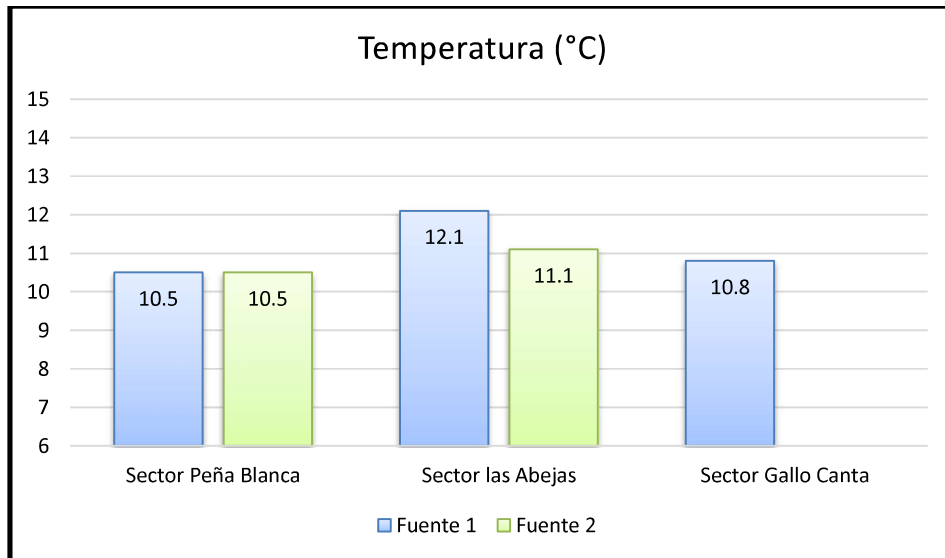
Los datos obtenidos de la turbidez en el Barrio Urauco de los diferentes sectores son óptimos para el consumo y cumplen con la norma INEN 1108, Agua Potable y con el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente TULSMA Libro VI, Anexo I, Tabla 2.

- **Potencial de hidrógeno**



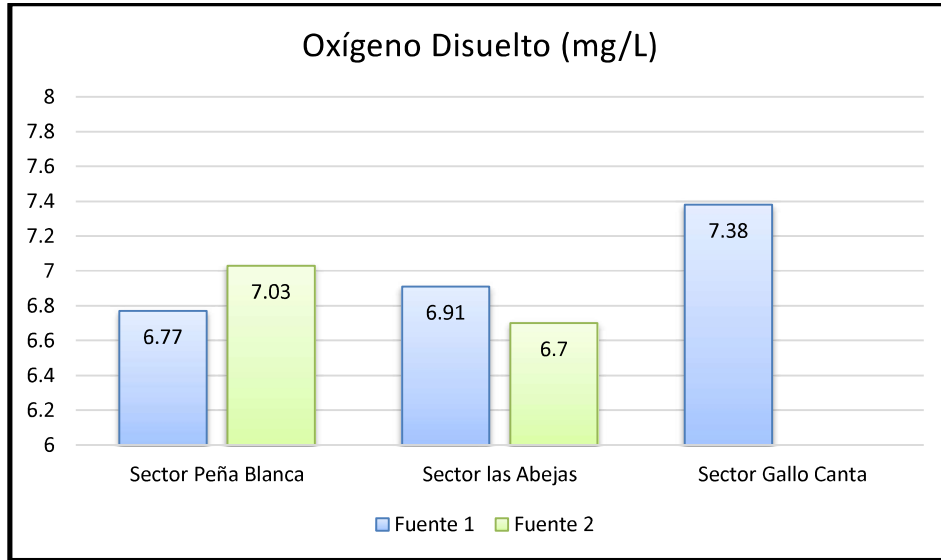
Los datos obtenidos del pH en el Barrio Urauco de los diferentes sectores cumplen con las tres normativas nombradas, lo que nos quiere decir que los valores del pH son óptimos para el consumo.

- **Temperatura**



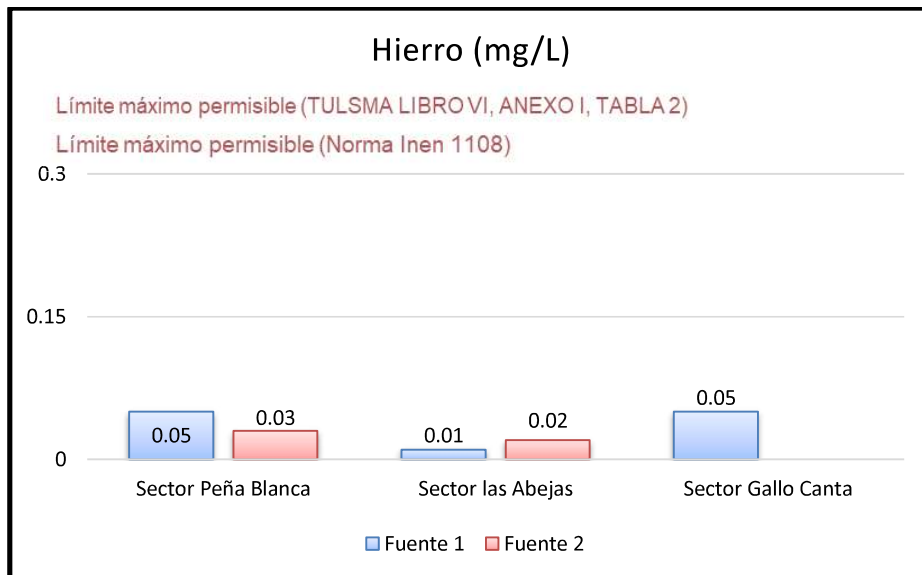
Los datos obtenidos de la temperatura en el Barrio Urauco de los diferentes sectores cumplen con la norma del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente TULSMA Libro VI, Anexo I, Tabla 2, los valores de la temperatura son óptimos para el consumo.

- **Oxígeno disuelto**



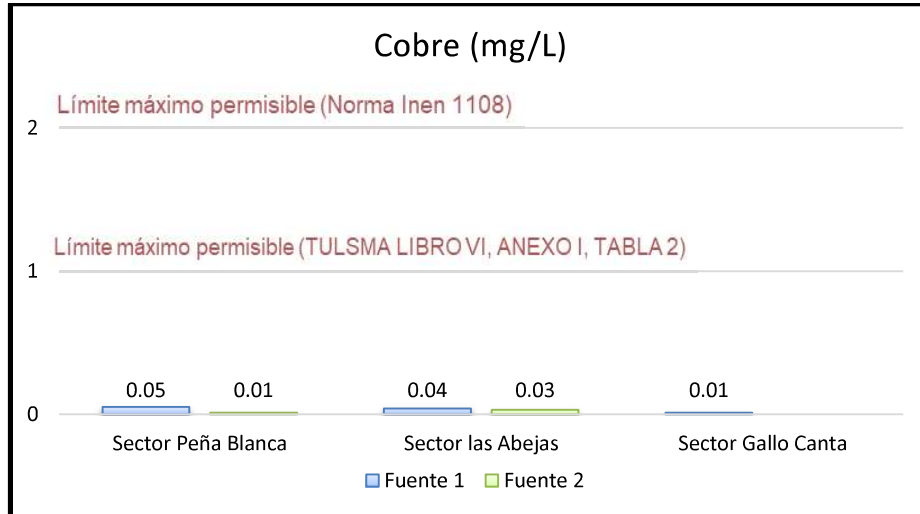
Los datos obtenidos del oxígeno disuelto en el Barrio Urauco de los diferentes sectores cumplen con la norma del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente TULSMA Libro VI, Anexo I, los valores del oxígeno disuelto son óptimos para el consumo.

- **Hierro total**



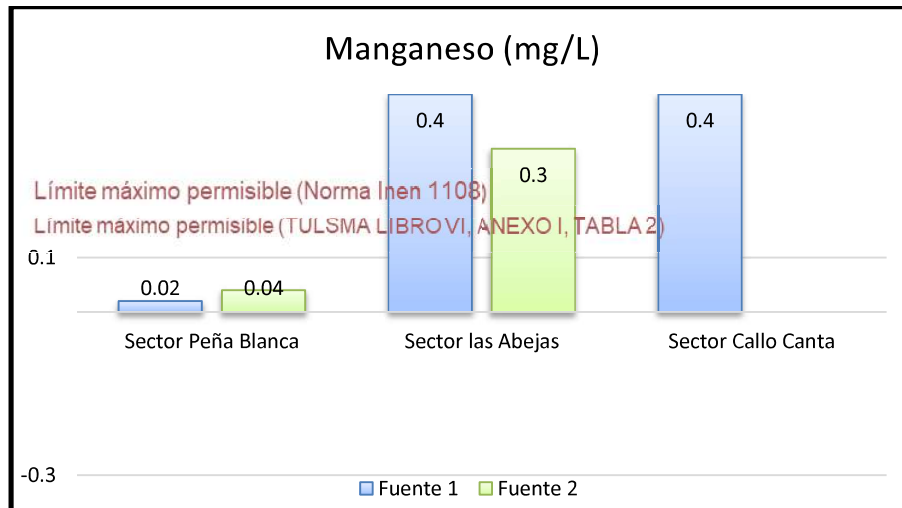
Los datos obtenidos del hierro en el Barrio Urauco de los diferentes sectores cumplen con las tres normativas antes nombradas deduciendo así que los valores del hierro son óptimos para el consumo.

- **Cobre**



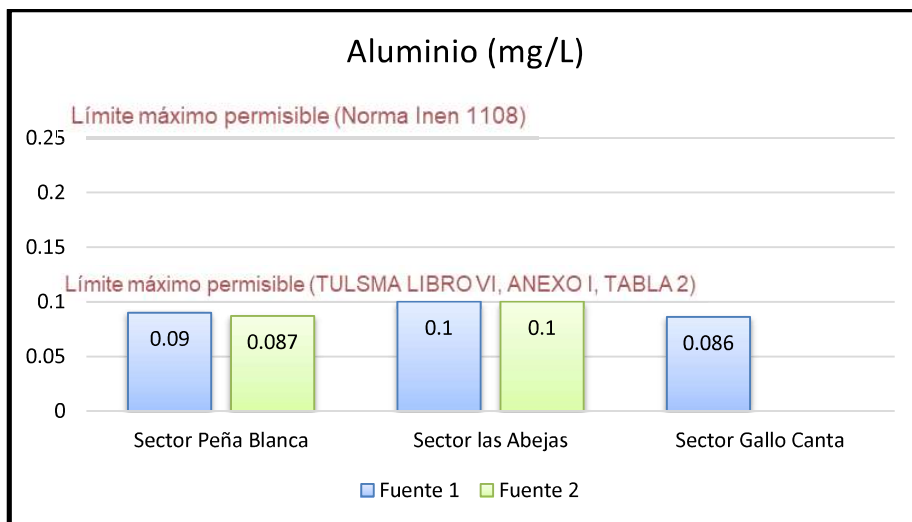
Los datos obtenidos del hierro en el Barrio Urauco de los diferentes sectores son óptimos para el consumo, cumpliendo con las tres normas antes nombradas.

- **Manganeso**



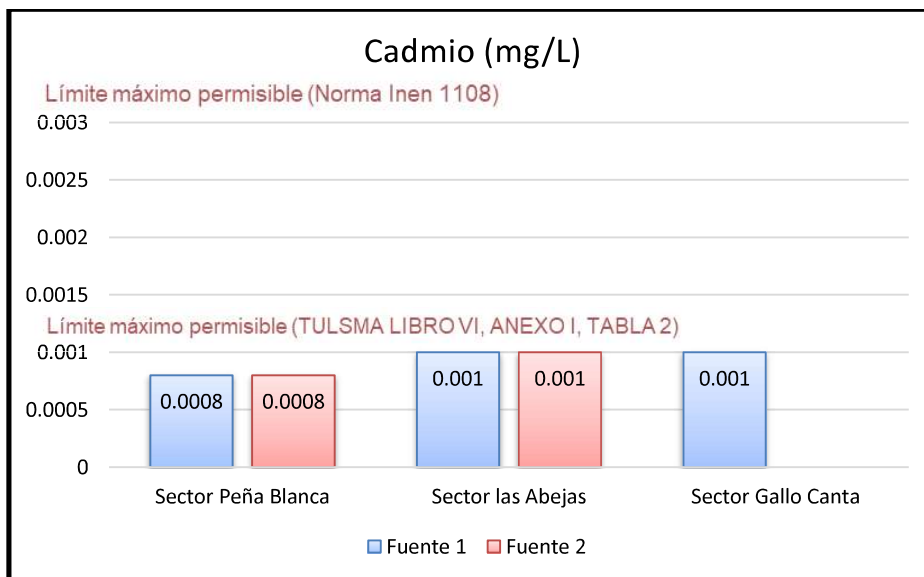
Los datos obtenidos del manganeso cumplen en los tres sectores con las normas INEN 1108 y con la Norma técnica para control de descargas líquidas del DMQ ordenanza 138, Anexo I, Tabla No. 1, los valores del manganeso son óptimos para el consumo. Pero en los Sectores de las Abejas y Gallo Canta no cumplen con la norma TULSMA pudiendo decir que el agua puede entrar en contacto con los suelos o las paredes de rocas y minerales que esta puede tener y para disminuir se puede utilizar aireación, super cloración, catalizadores de dióxido de manganeso, ajuste de pH o precipitación química (Carbotecnia, S.A. , 2017).

- **Aluminio**



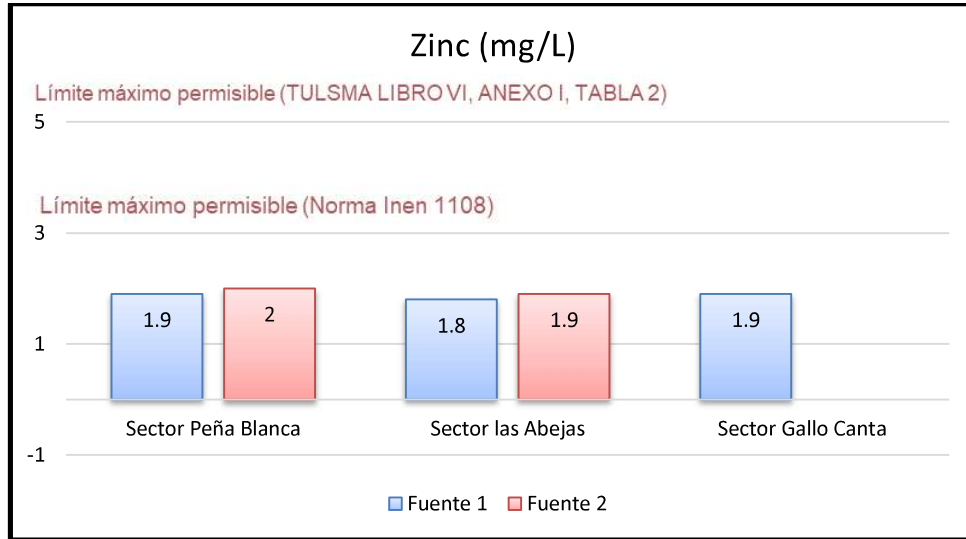
Los datos obtenidos del aluminio en el Barrio Urauco de los diferentes sectores cumplen con la norma INEN 1108, ya que el límite máximo es de 0,25 mg/L y con el TULSMA Libro VI, Anexo I, Tabla 2, que es de 0,1 mg/L, adicional con la norma del DMQ que es de 5,0 mg/L los valores del aluminio son óptimos para el consumo.

- **Cadmio**



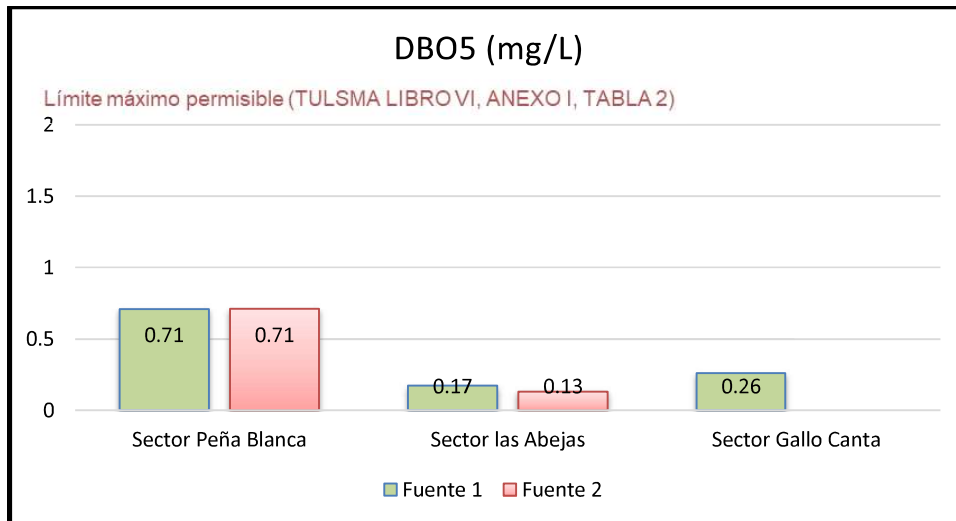
Los datos obtenidos del cadmio realizados por absorción atómica en el Barrio Urauco de los diferentes sectores son óptimos para el consumo, cumpliendo con los valores de las tres normativas.

- **Zinc**



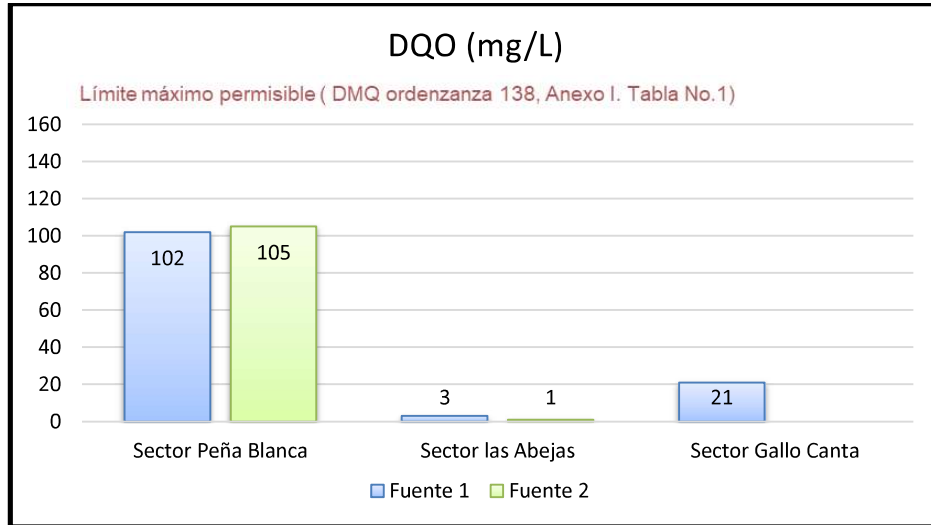
Los datos obtenidos del zinc en el Barrio Urauco de los diferentes sectores cumplen con las tres normativas antes nombradas, los valores del zinc son óptimos para el consumo.

- **DBO₅**



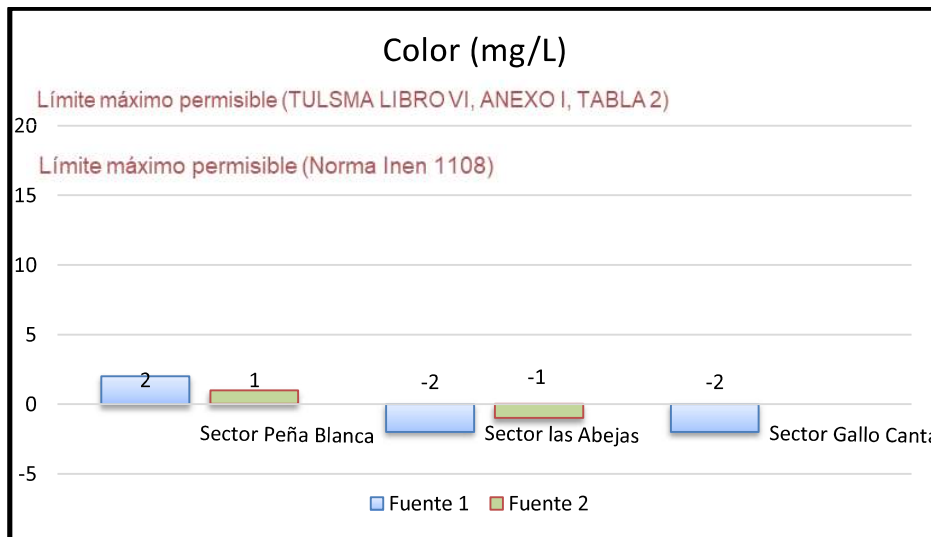
Este análisis se lo realizó con valores obtenidos durante la DQO. Los valores de DBO cumplen con el límite máximo permisible de 2 mg/L establecido por la norma TULSMA Libro VI, Anexo I, Tabla 2. Los valores que se obtuvo son bajos ya que la muestra fue tomada en una fuente natural.

- **DQO**



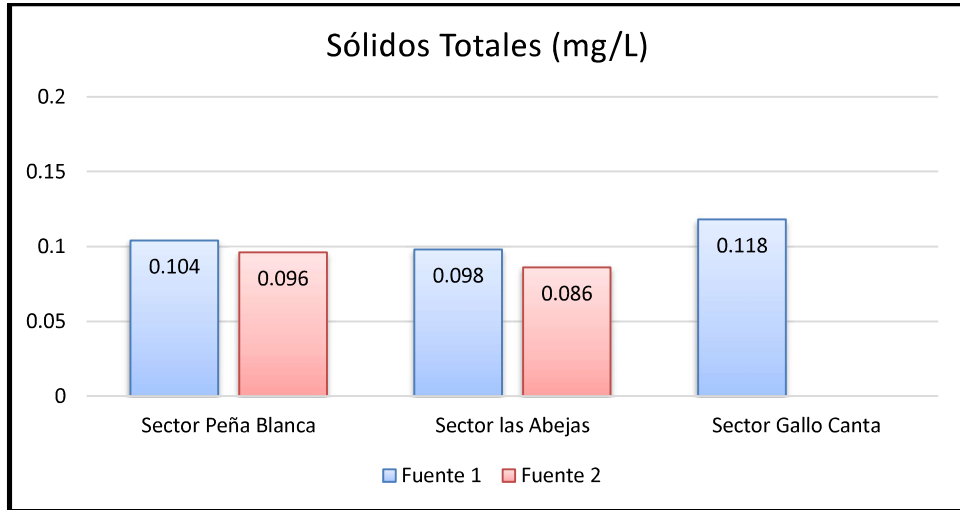
Los resultados obtenidos en DQO fueron bajos lo que nos indica que no hay contaminación en el agua, se utilizó viales de rango bajo ya que la muestra es de una fuente natural, cumpliendo con el límite máximo permisible de 400 mg/L establecido por la norma TULSMA Libro VI Anexo I Tabla 2 y con la norma del DMQ que es de 160 mg/L.

- **Color**



Los datos obtenidos del color en el Barrio Urauco de los diferentes sectores cumplen con la norma INEN 1108 Agua Potable y con el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente TULSMA Libro VI, Anexo I, Tabla 2, los valores del color son óptimos para el consumo.

- **Sólidos totales**



Los sólidos totales no se encuentran en la normativa y los datos obtenidos en el Barrio Urauco de los diferentes sectores son bajos al igual que los sólidos totales disueltos entonces se dedujo que no afecta en la calidad del agua.

- **Sólidos totales disueltos**



Los datos obtenidos de los sólidos totales disueltos en el Barrio Urauco de los diferentes sectores cumplen con las dos normativas dichas anteriormente, los valores son óptimos para el consumo.

- **Coliformes totales y fecales**

| | | SECTOR PEÑA BLANCA | | SECTOR LAS ABEJAS | | SECTOR GALLO CANTA |
|--|---|-----------------------|-------------|----------------------|-------------|--------------------------|
| PARÁMETROS | NORMA TULSMA LIBRO VI, ANEXO I, TABLA 2 | FUENTE 1 | FUENTE 2 | FUENTE 1 | FUENTE 2 | FUENTE 1 |
| COLIFORMES TOTALES Y FECALES [NMP] | 50* | <1,1 | <1,1 | <1,1 | <1,1 | <1,1 |

En las muestras de agua de los tres sectores del Barrio Urauco se observó la carencia de un cambio de color, esto a través de realizar una prueba presuntiva y esta indicó la escasez de coliformes totales en las muestras de agua y al no obtener resultados de tubos positivos se descartó la presencia de coliformes fecales, cumpliendo con los valores de la Normativa TULSMA LIBRO VI, ANEXO I, TABLA 2, al 100%.

5. CONCLUSIONES

5.1. Conclusiones y Recomendaciones

CONCLUSIONES

- Se recogieron muestras *in situ* en los puntos de captación de entradas, salidas y domicilios, pudiendo así determinar que el agua que llega al Barrio Urauco si es apta para el consumo luego de un proceso de desinfección.
- Los parámetros que fueron analizados en el Barrio Urauco de la Parroquia Lloa, cumplen con lo establecido en la norma TULSMA Libro VI Anexo I, Tabla 2, con la normativa INEN 1108 y adicionalmente con la Norma técnica para control de descargas líquidas del DMQ ordenanza 138, Anexo I, Tabla No. 1, ya que el Barrio Urauco es parte del cantón Quito, lo que se puede decir que la vuelve apta para consumo humano en todo excepto manganeso.
- En lo relacionado el parámetro “Manganeso”, en el sector Peña Blanca cumple con lo establecido en las normas, pero sobrepasó el límite permisible de la normativa TULSMA Libro VI, Anexo I, Tabla 2, para consumo en los Sectores de las Abejas y Gallo Canta.
- En los sectores que sobrepasó el límite permisible del manganeso, las afectaciones a la salud por consumo de agua pueden involucrar al sistema nervioso como: movimientos lentos en manos y sin coordinación. Esto debido a que el agua potable, agua subterránea o suelo contienen niveles bajos de manganeso en su entorno.
- Se descartó la presencia de coliformes fecales y totales en las tres fuentes analizadas, cumpliendo con la Normativa del TULSMA Libro VI, Anexo I, Tabla 2.
- En los tres sectores analizados existe la presencia de cloro residual en los domicilios ya que el agua que llega a los hogares de esta parroquia solo cuenta con proceso de desinfección con cloro.

- Gracias al recorrido realizado en campo, se determinó el estado de los sistemas de agua de los sectores y se observó que las mangueras de conducción pueden ser propensas a incendios o a sufrir aberturas causando fugas ya que en algunas partes estas se encuentran al aire libre pero actualmente se encuentran en buen estado.
- En los Sectores Gallo Canta y Peña Blanca los tanques de almacenamiento cuentan con válvulas flotadoras con el fin de controlar el suministro de agua y si cuentan con tubería de ventilación para evitar malos olores. Y en el sector de las Abejas solo cuenta con un tanque de plástico sin flotador ni tubería de ventilación. Se realiza una minga cada 6 meses.
- Para brindar una solución al poco suministro de agua en la fuente de las Abejas en el Barrio Urauco, se propuso una opción con los pobladores y con el FONAG en realizar la captación de la fuente las Peña Blanca ubicada a 3279,70 msnm y la fuente las Abejas ubicada a 3291 msnm. En la cual se unirán a una altura de 3153 msnm, por consiguiente, al agua de la captación se le efectuará tratamiento antes de ser enviada a un depósito de distribución y finalmente a su desinfección con cloro. De esta manera el agua puede ser suministrada por gravedad hacia los hogares. Esto según estudios realizados por el FONAG para que esta fuente puede abastecer a todos los pobladores.

RECOMENDACIONES

- Es necesario realizar análisis periódicos en todos los puntos de muestreo analizados para evitar cualquier daño en el sistema de distribución y en la calidad del agua (se recomienda de manera semestral).
- Con el proyecto para que el agua sea distribuida por gravedad hacia los hogares, se espera realizar técnicas de participación ciudadana, concientizar a los habitantes de cuidar las instalaciones y que el sistema de abastecimiento de agua pueda ser gestionado por ellos mismo, lo que va a exigir un trabajo constante durante la implementación del sistema.

- Realizar recorridos a pie constantes para observar las posibles fugas, fallas, o alguna ruptura de las tuberías, válvulas o accesorios que abastecen el recurso hídrico a los pobladores.
- Durante el análisis químico, el parámetro Manganeseo no cumplió con la normativa TULSMA Libro VI, Anexo I, Tabla 2, en el Límite Máximo Permisible, lo que se pudo deducir es que el agua pudo entrar en contacto con los suelos o las paredes de rocas y minerales. Y para disminuir o darle una mejora, se puede utilizar aireación, super cloración, catalizadores de dióxido de manganeseo, ajuste de pH o precipitación química, lo cual la volvería apta para consumo humano.
- Los pobladores estuvieron totalmente de acuerdo en reunirse cada mes y colaborar económicamente si es necesario, para implementar alguna de las opciones antes mencionadas para mejorar la calidad de agua en su barrio.

6. BIBLIOGRAFÍA

- ADECAGUA. (1992). ADECAGUA. Obtenido de ADECAGUA:
<http://www.adecagua.es/>
- Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. (2016). Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. Obtenido de Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades:
https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs151.html
- Angulo, A. (2017). Agua Pura. Obtenido de Agua Pura:
<http://alexis28.blogspot.com/2008/04/tecnicas-de-muestreo.html>
- Armijos, L. (2006, Marzo). DIAGNÓSTICO AMBIENTAL Y PROPUESTA DEL MANEJO ECOTURÍSTICO DE LA PARROQUIA LLOA. Obtenido de DIAGNÓSTICO AMBIENTAL Y PROPUESTA DEL MANEJO ECOTURÍSTICO DE LA PARROQUIA LLOA: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/8341/3/CD-0641.pdf>
- Armijos, R. (2016). PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL GOBIERNO AUTONOMO DE LA PARROQUIA LLOA. Obtenido de PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL GOBIERNO AUTONOMO DE LA PARROQUIA LLOA: http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/1768124270001_DIAGNOSTICO_LLOA_240615_24-06-2015_18-59-47.pdf
- Aznar, A. (2000). Determinación de los parámetros físico-químicos de la calidad de las aguas. Obtenido de Determinación de los parámetros físico-químicos de la calidad de las aguas: <http://ocw.uc3m.es/ingenieria-quimica/ingenieria-ambiental/otros-recursos-1/OR-F-001.pdf>
- Calderón, A. (2016). Laboratorio de Química Ambiental Ideam. Obtenido de Laboratorio de Química Ambiental
Ideam:http://www.drcalderonlabs.com/Metodos/Analisis_DeAguas/Toma_De_Muestras.htm
- Campos, T. I. (2014). CENTRO DEL AGUA DEL TRÓPICO HÚMEDO PARA AMÉRICALATINA Y EL CARIBE. Obtenido de CENTRO DEL AGUA DEL TRÓPICO HÚMEDO PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE
:file:///C:/Users/john/Downloads/protocolo%20de%20muestreo-cathalac.pdf

- Carbotecnia, S.A. . (2017). Sabemos de agua. Obtenido de Sabemos de agua:
<https://www.carbotecnia.info/encyclopedia/manganeso/>
- Enriquez, S. (2016). Implementación de educación ambiental en la parroquia lloa.
 Obtenido de Implementación de educación ambiental en la parroquia lloa:
<http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/8341/3/CD-0641.pdf>
- Fibras y Normas de Colombia S.A.S. (2017). MUESTREO DE AGUAS RESIDUALES Y TIPOS DE ANÁLISIS EMPLEADOS. Obtenido de MUESTREO DE AGUAS RESIDUALES Y TIPOS DE ANÁLISIS EMPLEADOS:
<https://www.fibrasynormasdecolombia.com/terminos-definiciones/muestreo-de-aguas-residuales-y-tipos-de-analisis-empleados/>
- FONAG. (2018). FONAG. Obtenido de www.fonag.org.ec
- González, C. (2011). Monitoreo de la calidad del agua. Obtenido de Monitoreo de la calidad del agua: <http://academic.uprm.edu/gonzalezc/HTMLobj-859/maguaturbidez.pdf>
- Guzmán, M. G. (2014). MANUAL DE TOMA, MANEJO Y ENVÍO DE MUESTRAS DE LABORATORIO. Obtenido de MANUAL DE TOMA, MANEJO Y ENVÍO DE MUESTRAS DE LABORATORIO
[:http://asp.salud.gob.sv/regulacion/pdf/manual/manual_toma_manejo_y_envio_muestras_laboratorio.pdf](http://asp.salud.gob.sv/regulacion/pdf/manual/manual_toma_manejo_y_envio_muestras_laboratorio.pdf)
- Hernandez, V. (2014). Generalidades del Cadmio. Obtenido de Generalidades del Cadmio: http://www.academia.edu/35236936/Generalidades_del_Cadmio
- INEN . (1984). INEN 984, Agua potable, determinación de cobre. Obtenido de INEN 984, Agua potable, determinación de cobre:
<https://archive.org/stream/ec.nte.0984.1984#page/n1/mode/2up>
- INEN. (2013). Agua, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5). Obtenido de Agua, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5):
<https://archive.org/details/ec.nte.1202.1985>
- INEN. (2014). INEN. Obtenido de INEN: <http://normaspdf.inen.gob.ec/pdf/nte/1108-5.pdf>
- Narvéez, G. B. (2012, Agosto). PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LA PARROQUIA LLOA 2012-2025. Obtenido de PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LA PARROQUIA LLOA 2012-2025:
<http://181.112.151.230:8081/attachments/download/571/PDOT%20LLOA%202012.pdf>.

- OMS. (2003). Guías para la calidad de agua potable. Obtenido de Guías para la calidad de agua potable:
http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_full_lowres
- OMS. (2005). Guías para la calidad del agua potable. Obtenido de Guías para la calidad del agua potable:
http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_full_lowres.pdf
- Ostinelli, M. (2017). MUESTREO, TRANSPORTE Y CONSERVACIÓN DE MUESTRAS DE AGUA. Obtenido de MUESTREO, TRANSPORTE Y CONSERVACIÓN DE MUESTRAS DE AGUA: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-muestreo_agua.pdf
- Peña, E. (2007). Calidad del agua. Obtenido de Calidad del agua:
<https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6162/5/Investigacion.pdf>
- Puente, C. (2015). MODELO DE GESTIÓN PARTICIPATIVA DEL DESARROLLO TURÍSTICO. Obtenido de MODELO DE GESTIÓN PARTICIPATIVA DEL DESARROLLO TURÍSTICO:
<file:///C:/Users/john/Downloads/MODELO%20DE%20GESTI%C3%93N%20PARTICIPATIVA%20DEL%20DESARROLLO%20TUR%C3%8DSTICO%20COMUNITARIO%20EN%20LA%20PARROQUIA%20DE%20LLOA.pdf>
- Ramirez, F. (2017). Agua Potable. Obtenido de Agua Potable:
http://www.elaguapotable.com/calidad_del_agua.htm
- Ríos, S. (2017). Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano. Obtenido de Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano:
<http://www.scielo.org.co/pdf/rfnsp/v35n2/0120-386X-rfnsp-35-02-00236.pdf>
- Sawyer, C. (2015). Grupo de Estudio Técnico Ambiental de Agua. Obtenido de Grupo de Estudio Técnico Ambiental de Agua:
http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/informes_tecnicos/GRUPO%20DE%20USO%201.pdf
- Valcarcel, L. (2009). El Índice de Calidad de Agua como herramienta para la gestión de los recursos hídricos. Obtenido de El Índice de Calidad de Agua como herramienta para la gestión de los recursos hídricos: <http://ama.redciencia.cu/articulos/16.01.pdf>
- Vega, V. A. (2016, Noviembre). Fondo para la protección del Agua (FONAG). Obtenido de Fondo para la protección del Agua (FONAG):
http://infoaguaguayllabamba.ec/repositorio/web/files/DiagnosticoHidroSocial_de_las_UnidadesHidricasOccidentales.pdf

ANEXOS

Anexo I. Muestreo

| ROTULO PARA TOMA DE MUESTRAS | | |
|------------------------------|----------------------|-----------------------|
| FECHA: | TIPO DE MUESTRA: | CODIGO DE LA MUESTRA: |
| HORA: | AGUA: P__ C__ R__ | TIPO DE ANALISIS: |
| LUGAR DE MUESTREO: | RESPONSABLES: | OBSERVACIONES: |
| FUENTE: | | |



Anexo 1. Rótulo para toma de muestras
FUENTE: (El Autor,2018)



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

PROYECTO DE TITULACIÓN

PLAN DE MUESTREO

LUGAR DEL MUESTREO: BARRIO URAUCO

SECTOR:

FUENTE:

FECHA DEL MUESTREO: 27 DE NOVIEMBRE DEL 2018

| PLAN DE MUESTREO | | | | | |
|--------------------------------------|---------------------|--|--------|--------|--------------|
| DATOS DEL MUESTREADOR | | | | | |
| Nombres | Cedula de identidad | Especialidad | | | |
| Christopher Bunce | XXXXXXXXXX | Tecnología en Agua y Saneamiento Ambiental | | | |
| DATOS DE LA MUESTRA | | | | | |
| Referencia geográfica | | | | | |
| Factor climático | | | | | |
| EQUIPOS PARA MUESTREO | | | | | |
| EQUIPOS | OBSERVACION | | | | |
| Ph-metro | | | | | |
| Conductímetro | | | | | |
| Turbidímetro | | | | | |
| Color | | | | | |
| Oxígeno disuelto | | | | | |
| PARÁMETROS MEDIDOS IN SITU Y EX SITU | | | | | |
| PARÁMETROS | UNIDADES | VALORES | | | FECHA Y HORA |
| | | TOMA 1 | TOMA 2 | TOMA 3 | |
| Ph | | | | | |
| Conductividad | µS/cm | | | | |
| Turbiedad | NTU | | | | |
| Temperatura | °C | | | | |
| Oxígeno disuelto | mg/L | | | | |
| MATERIALES | | | | | |
| MATERIAL | CANTIDAD | OBSERVACIONES | | | |
| Probeta | | | | | |
| Jarra | | | | | |
| Botellas ámbar | | | | | |
| Recipientes plásticos | | | | | |
| Fundas plásticas | | | | | |
| Piseta | | | | | |
| Toallas Absorbentes | | | | | |
| Esfera | | | | | |
| Masking | | | | | |
| Hielo | | | | | |
| Pilas | | | | | |
| Guantes | | | | | |
| Balde | | | | | |

Anexo 2. Ejemplo de plan de muestreo
FUENTE: (El Autor,2018)

Anexo II. Normativa Ecuatoriana

| PARAMETRO | UNIDAD | Límite máximo permitido |
|--|------------------------------------|-------------------------|
| Características físicas | | |
| Color | Unidades de color aparente (Pt-Co) | 15 |
| Turbiedad | NTU | 5 |
| Olor | --- | no objetable |
| Sabor | --- | no objetable |
| Inorgánicos | | |
| Antimonio, Sb | mg/l | 0,02 |
| Arsénico, As | mg/l | 0,01 |
| Bario, Ba | mg/l | 0,7 |
| Boro, B | mg/l | 2,4 |
| Cadmio, Cd | mg/l | 0,003 |
| Cianuros, CN ⁻ | mg/l | 0,07 |
| Cloro libre residual* | mg/l | 0,3 a 1,5 ¹⁾ |
| Cobre, Cu | mg/l | 2,0 |
| Cromo, Cr (cromo total) | mg/l | 0,05 |
| Fluoruros | mg/l | 1,5 |
| Mercurio, Hg | mg/l | 0,006 |
| Níquel, Ni | mg/l | 0,07 |
| Nitratos, NO ₃ ⁻ | mg/l | 50 |
| Nitritos, NO ₂ ⁻ | mg/l | 3,0 |
| Plomo, Pb | mg/l | 0,01 |
| Radiación total α * | Bq/l | 0,5 |
| Radiación total β ** | Bq/l | 1,0 |
| Selenio, Se | mg/l | 0,04 |
| ¹⁾ Es el rango en el que debe estar el cloro libre residual luego de un tiempo mínimo de contacto de 30 minutos * Corresponde a la radiación emitida por los siguientes radionucleidos: ²¹⁰ Po, ²²⁴ Ra, ²²⁶ Ra, ²³² Th, ²³⁴ U, ²³⁸ U, ²³⁹ Pu ** Corresponde a la radiación emitida por los siguientes radionucleidos: ⁶⁰ Co, ⁸⁹ Sr, ⁹⁰ Sr, ¹²⁹ I, ¹³¹ I, ¹³⁴ Cs, ¹³⁷ Cs, ²¹⁰ Pb, ²²⁸ Ra | | |

| | Máximo |
|--|-------------------|
| Coliformes fecales (1): Tubos múltiples NMP/100 ml ó Filtración por membrana ufc/ 100 ml | < 1,1 * < 1 ** |
| <i>Cryptosporidium</i> , número de ooquistes/ litro | Ausencia |
| <i>Giardia</i> , número de quistes/ litro | Ausencia |
| * < 1,1 significa que en el ensayo del NMP utilizando 5 tubos de 20 cm ³ ó 10 tubos de 10 cm ³ ninguno es positivo | |
| ** < 1 significa que no se observan colonias | |
| (1) ver el anexo 1, para el número de unidades (muestras) a tomar de acuerdo con la población servida | |

Anexo 3. Parámetros de la norma Inen 1108
FUENTE: (INEN ,2014)

TABLA 2. Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico que únicamente requieran desinfección.

| Parámetros | Expresado Como | Unidad | Límite Máximo Permissible |
|--|-------------------------------|-------------------|--------------------------------|
| Aceites y Grasas | Sustancias solubles en hexano | mg/l | 0,3 |
| Aluminio total | Al | mg/l | 0,1 |
| Amoniaco | N-amoniacal | mg/l | 1,0 |
| Arsénico (total) | As | mg/l | 0,05 |
| Bario | Ba | mg/l | 1,0 |
| Berilio | Be | mg/l | 0,1 |
| Boro (total) | B | mg/l | 0,75 |
| Cadmio | Cd | mg/l | 0,001 |
| Cianuro (total) | CN ⁻ | mg/l | 0,01 |
| Cobalto | Co | mg/l | 0,2 |
| Cobre | Cu | mg/l | 1,0 |
| Color | color real | Unidades de color | 20 |
| Coliformes Totales | nmp/100 ml | | 50* |
| Cloruros | Cl ⁻ | mg/l | 250 |
| Compuestos fenólicos | Expresado como fenol | mg/l | 0,002 |
| Cromo hexavalente | Cr ⁺⁶ | mg/l | 0,05 |
| Compuestos fenólicos | Expresado como fenol | mg/l | 0,002 |
| Cromo hexavalente | Cr ⁺⁶ | mg/l | 0,05 |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días) | DBO ₅ | mg/l | 2 |
| Dureza | CaCO ₃ | mg/l | 500 |
| Estaño | Sn | mg/l | 2,0 |
| Fluoruros | F | mg/l | Menor a 1,4 |
| Hierro (total) | Fe | mg/l | 0,3 |
| Litio | Li | mg/l | 2,5 |
| Manganeso (total) | Mn | mg/l | 0,1 |
| Materia Flotante | | | Ausencia |
| Mercurio (total) | Hg | mg/l | 0,001 |
| Níquel | Ni | mg/l | 0,025 |
| Nitrato | N-Nitrato | mg/l | 10,0 |
| Nitrito | N-Nitrito | mg/l | 1,0 |
| Olor y sabor | | | Ausencia |
| Oxígeno disuelto | O.D | mg/l | No menor al 80% del oxígeno de |

| Parámetros | Expresado Como | Unidad | Límite Máximo Permissible |
|------------|----------------|--------|--------------------------------|
| | | | saturación y no menor a 6 mg/l |

Continúa...

Continuación...

TABLA 2. Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico que únicamente requieran desinfección.

| Parámetros | Expresado Como | Unidad | Límite Máximo Permissible |
|---------------------------------|---|--------|--------------------------------|
| Plata (total) | Ag | mg/l | 0,05 |
| Plomo (total) | Pb | mg/l | 0,05 |
| Potencial de Hidrógeno | pH | | 6-9 |
| Selenio (total) | Se | mg/l | 0,01 |
| Sodio | Na | mg/l | 200 |
| Sulfatos | SO ₄ ⁻ | mg/l | 250 |
| Sólidos disueltos totales | | mg/l | 500 |
| Temperatura | °C | | Condición Natural +/- 3 grados |
| Tensoactivos | Sustancias activas al azul de metileno | mg/l | 0,5 |
| Turbiedad | | UTN | 10 |
| Uranio Total | | mg/l | 0,02 |
| Vanadio | V | mg/l | 0,1 |
| Zinc | Zn | mg/l | 5,0 |
| Hidrocarburos Aromáticos | | | |
| Benceno | C ₆ H ₆ | mg/l | 0,01 |
| Benzo-a- pireno | | mg/l | 0,00001 |
| Pesticidas y Herbicidas | | | |
| Organoclorados totales | Concentración de organoclorados totales | mg/l | 0,01 |
| Organofosforados y carbamatos | Concentración de organofosfora | mg/l | 0,1 |

| Parámetros | Expresado Como | Unidad | Límite Máximo Permissible |
|-------------------------------|---------------------------|--------|---------------------------|
| Toxafeno | dos y carbamatos totales. | µg/l | 0,01 |
| Compuestos Halogenados | | | |
| Tetracloruro de carbono | | mg/l | 0,003 |
| Dicloroetano (1,2-) | | mg/l | 0,01 |
| Tricloroetano (1,1,1-) | | mg/l | 0,3 |

Nota:

*Cuando se observe que más del 40% de las bacterias coliformes representadas por el Índice NMP, pertenecen al grupo coliforme fecal, se aplicará tratamiento convencional al agua a emplearse para el consumo humano y doméstico.

Anexo 4. Parámetros del TULSMA libro VI Anexo I, Tabla 2
FUENTE: (TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA DE MEDIO AMBIENTE ,2017)

ANEXO 1
TABLA No. A1. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES POR CUERPO RECEPTOR

| PARAMETROS | EXPRESADO COMO | UNIDAD | LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE | |
|---|----------------------------------|-------------------|--------------------------|------------------------------------|
| | | | Alcantarillado | Cauce de agua |
| Aceites y grasas | A y G | mg/l | 70 | 30 |
| Explosivos e inflamables | Sustancias | mg/l | Cero | |
| Alquil Mercurio | | mg/l | No detectable | No detectable |
| Aluminio | Al | mg/l | 5,0 | 5,0 |
| Arsénico total | As | mg/l | 0,1 | 0,1 |
| Bario | Ba | mg/l | | 2,0 |
| Boro | B | mg/l | | 2,0 |
| Cadmio | Cd | mg/l | 0,02 | 0,02 |
| Cianuro Total | CN ⁻ | mg/l | 1,0 | 0,1 |
| Cloro Activo | Cl | mg/l | 0,5 | 0,5 |
| Cloroformo | Ext. carbón cloroformo ECC | mg/l | 0,1 | 0,1 |
| Cloruros | Cl ⁻ | mg/l | | 1000 |
| Cobre | Cu | mg/l | 1,0 | 1,0 |
| Cobalto Total | Co | mg/l | 0,5 | 0,5 |
| Coliformes Fecales | NMP | NMP/100 ml | | Remoción>al 99,9% |
| Color real | Color real | Unidades Pt-Co | | *Inapreciable en dilución: 1/20 |
| Compuestos fenólicos | Expresado como fenol | mg/l | 0,2 | 0,2 |
| Cromo Hexavalente | Cr ^{VI} | mg/l | 0,5 | 0,5 |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días) | DBO ₅ | mg/l | 170 | 100 |
| Demanda Química de Oxígeno | DQO | mg/l | 350 | 160 |
| Dicloroetileno | Expresada como Dicloroetileno | mg/l | 1,0 | |
| Estaño | Sn | mg/l | | 5,0 |
| Fluoruros | F | mg/l | | 5,0 |
| Fósforo Total | P | mg/l | 15 | 10 |
| Hierro | Fe | mg/l | 25 | 10 |
| Hidrocarburos Totales | TPH | mg/l | 20 | 10 |
| Materia flotante | Visible | - | Ausencia | Ausencia |
| Manganeso | Mn | mg/l | 10,0 | 2,0 |
| Mercurio (total) | Hg | mg/l | 0,01 | 0,005 |
| Níquel | Ni | mg/l | 2,0 | 2,0 |
| Nitrógeno amoniacal | N | mg/l | | 30 |
| Nitrógeno Total | N | mg/l | 60,0 | 50,0 |
| Compuestos Organoclorados | Organoclorados Totales | mg/l | 0,05 | 0,05 |
| Organofosforados | Especies Totales | mg/l | 0,1 | 0,1 |
| Plata | Ag | mg/l | 0,5 | 0,1 |
| Plomo | Pb | mg/l | 0,5 | 0,2 |
| Potencial de hidrógeno*** | pH | --- | 6-9 | 6-9 |
| Selenio | Se | mg/l | 0,5 | 0,1 |
| Sulfuros | S | mg/l | 1,0 | 0,5 |

TABLA No. A1. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES POR CUERPO RECEPTOR
(continuación...)

| PARAMETROS | EXPRESADO COMO | UNIDAD | LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE | |
|-------------------------|---|--------|--------------------------|----------------------------|
| | | | Alcantarillado | Cauce de agua |
| Sulfatos | SO ₄ ²⁻ | mg/l | 400 | 1000 |
| Temperatura | - | °C | < 40 | Condición natural +/- 3 |
| Tensoactivos | Substancias activas al azul de metileno | mg/l | 1 | 0,5 |
| Turbidez | - | NTU | | ** |
| Zinc | Zn | mg/l | 2,0 | 2,0 |
| Tetracloruro de carbono | Tetracloruro de carbono | mg/l | 1,0 | 1,0 |
| Tricloroetileno | Tricloroetileno | mg/l | 1,0 | |

Fuentes: Autoridad Ambiental Distrital, Resolución 002-SA-2014, Acuerdo Ministerial No 097-A, Anexo 1 (tabla No 8 y No 9).
Notas:
* La apreciación del color se estima sobre 10 ml de muestra diluida. Se considera inapreciable en 0 en unidades de Unidades Pt-Co

Anexo 5. Parámetros de la norma del DMQ ordenanza 138, Anexo I, Tabla 1.
FUENTE: (NORMA TÉCNICA PARA EL CONTROL DE DESCARGAS LÍQUIDAS,2013)

Anexo III. Ejemplos de cálculo

- Cálculo de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5) para el Sector Peña Blanca de la fuente 1.

$$DBO_5 = \frac{(V_5 - V_1)}{PROM}$$

Donde:

V_5 = Valores obtenidos en el día 5 en mg/L

V_1 = Valores obtenidos en el día 1 en mg/L

PROM = Promedio de valores de 5 días en mg/L

Datos:

$V_5 = 0,2$

$V_1 = 0,1$

PROM = 0,14

Solución:

$$DBO_5 = \frac{(0,2 - 0,1)}{0,14} = 0,714 \frac{mg}{L} O_2$$

Respuesta: La concentración de DBO_5 para el Sector Peña Blanca, de la fuente 1 es de 0.714 mg/L O_2 .

Anexo 6. Cálculo de demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5)

Cálculo de Sólidos Disueltos Totales para el Sector Peña Blanca de la fuente 1.

Para el cálculo se aplicó la siguiente fórmula:

$$SDT = \frac{((P2 - P1) \times 1000)}{V_m}$$

Donde:

P1 = Peso del crisol tarado (mg)

P2 = Peso del crisol tarado + residuo seco (mg)

V_m = volumen de la muestra filtrada que se colocó en la cápsula en mL.

SDT = sólidos disueltos totales en mg/dm³ (mg/L).

Datos:

P2 = 37,5015 g

P1 = 37,4966 g

V_m = 50 ml

Solución:

$$SDT = \frac{((37.5015 - 37.4966) \times 1000)}{50} = 0.098 \text{ mg/L}$$

Respuesta: La concentración de sólidos disueltos totales para el Sector Peña Blanca de la fuente 1 es de 0.098 mg/L SDT.

Anexo 7. Cálculo de sólidos disueltos totales

Cálculo de Sólidos Totales para el Sector Peña Blanca de la fuente 1.

$$ST = \frac{(P2 - P1)}{Vm} \times 1000$$

Donde:

P1 = Peso del crisol tarado en mg

P2 = Peso del crisol tarado + residuo seco en mg

V_m = volumen de la muestra en mL

Datos:

P2 = 37,6807 g

P1 = 37,6755 g

V_m = 50 ml

Solución:

$$ST = \frac{(37,6807 - 37,6755)}{50} \times 1000 = 0,104 \text{ mg/L}$$

Respuesta: La concentración de sólidos totales para el Sector Peña Blanca de la fuente 1 es de 0.104 mg/L ST.

Anexo 8. Cálculo de sólidos totales

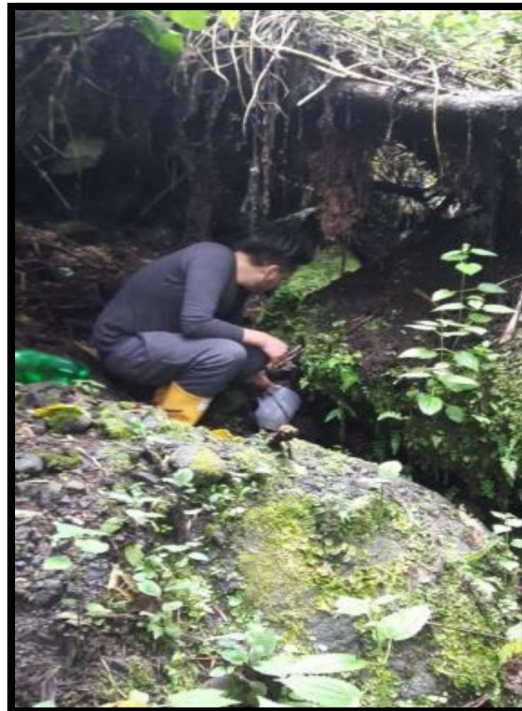
| Tubos Positivos | | | | Tubos Positivos | | | | Tubos Positivos | | | | Tubos Positivos | | | |
|-----------------|------------|-------------|-----|-----------------|------------|-------------|-----|-----------------|------------|-------------|-----|-----------------|------------|-------------|-------|
| 0.1 mL | 0.01 mL | 0.001 mL | NMP | 0.1 mL | 0.01 mL | 0.001 mL | NMP | 0.1 mL | 0.01 mL | 0.001 mL | NMP | 0.1 mL | 0.01 mL | 0.001 mL | NMP |
| 0 | 0 | 0 | <3 | 1 | 0 | 0 | 3.6 | 2 | 0 | 0 | 9.1 | 3 | 0 | 0 | 23 |
| 0 | 0 | 1 | 3 | 1 | 0 | 1 | 7.2 | 2 | 0 | 1 | 14 | 3 | 0 | 1 | 39 |
| 0 | 0 | 2 | 6 | 1 | 0 | 2 | 11 | 2 | 0 | 2 | 20 | 3 | 0 | 2 | 64 |
| 0 | 0 | 3 | 9 | 1 | 0 | 3 | 15 | 2 | 0 | 3 | 26 | 3 | 0 | 3 | 95 |
| 0 | 1 | 0 | 3 | 1 | 1 | 0 | 7.3 | 2 | 1 | 0 | 15 | 3 | 1 | 0 | 43 |
| 0 | 1 | 1 | 6.1 | 1 | 1 | 1 | 11 | 2 | 1 | 1 | 20 | 3 | 1 | 1 | 75 |
| 0 | 1 | 2 | 9.2 | 1 | 1 | 2 | 15 | 2 | 1 | 2 | 27 | 3 | 1 | 2 | 120 |
| 0 | 1 | 3 | 12 | 1 | 1 | 3 | 19 | 2 | 1 | 3 | 34 | 3 | 1 | 3 | 160 |
| 0 | 2 | 0 | 6.2 | 1 | 2 | 0 | 11 | 2 | 2 | 0 | 21 | 3 | 2 | 0 | 93 |
| 0 | 2 | 1 | 9.3 | 1 | 2 | 1 | 15 | 2 | 2 | 1 | 28 | 3 | 2 | 1 | 150 |
| 0 | 2 | 2 | 12 | 1 | 2 | 2 | 20 | 2 | 2 | 2 | 35 | 3 | 2 | 2 | 210 |
| 0 | 2 | 3 | 16 | 1 | 2 | 3 | 24 | 2 | 2 | 3 | 42 | 3 | 2 | 3 | 290 |
| 0 | 3 | 0 | 9.4 | 1 | 3 | 0 | 16 | 2 | 3 | 0 | 29 | 3 | 3 | 0 | 240 |
| 0 | 3 | 1 | 13 | 1 | 3 | 1 | 20 | 2 | 3 | 1 | 36 | 3 | 3 | 1 | 460 |
| 0 | 3 | 2 | 16 | 1 | 3 | 2 | 24 | 2 | 3 | 2 | 44 | 3 | 3 | 2 | 1100 |
| 0 | 3 | 3 | 19 | 1 | 3 | 3 | 29 | 2 | 3 | 3 | 53 | 3 | 3 | 3 | >1100 |

Anexo 9. Tabla de NMP por 100 mL de muestra inoculando tubos de cada una de tres diluciones geométricas
FUENTE: (American Public Health Association)

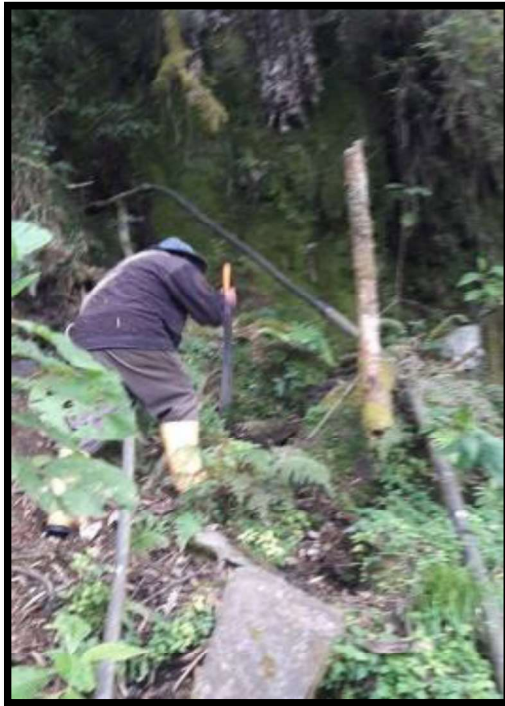
Anexo IV. Toma de muestras de las diferentes fuentes del barrio Urauco



Anexo 10. Toma de la muestra sector Peña Blanca fuente 1
FUENTE: (El Autor,2018)



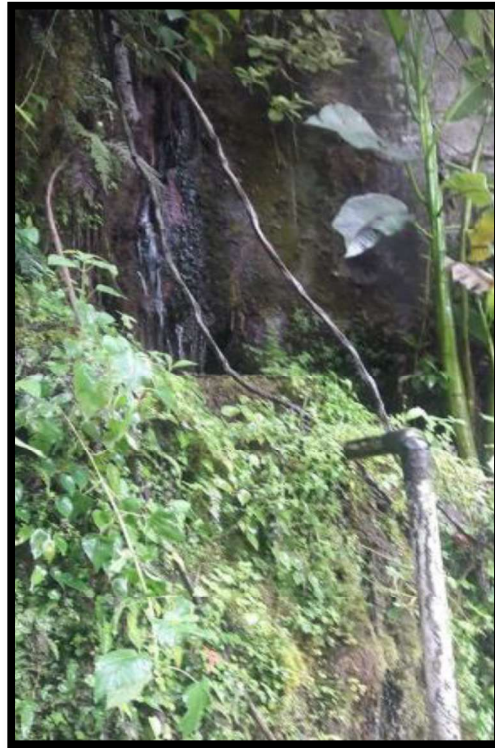
Anexo 11. Toma de la muestra sector Peña Blanca fuente 2
FUENTE: (El Autor,2018)



Anexo 12. Toma de la muestra sector las Abejas fuente 1
FUENTE: (El Autor,2018)

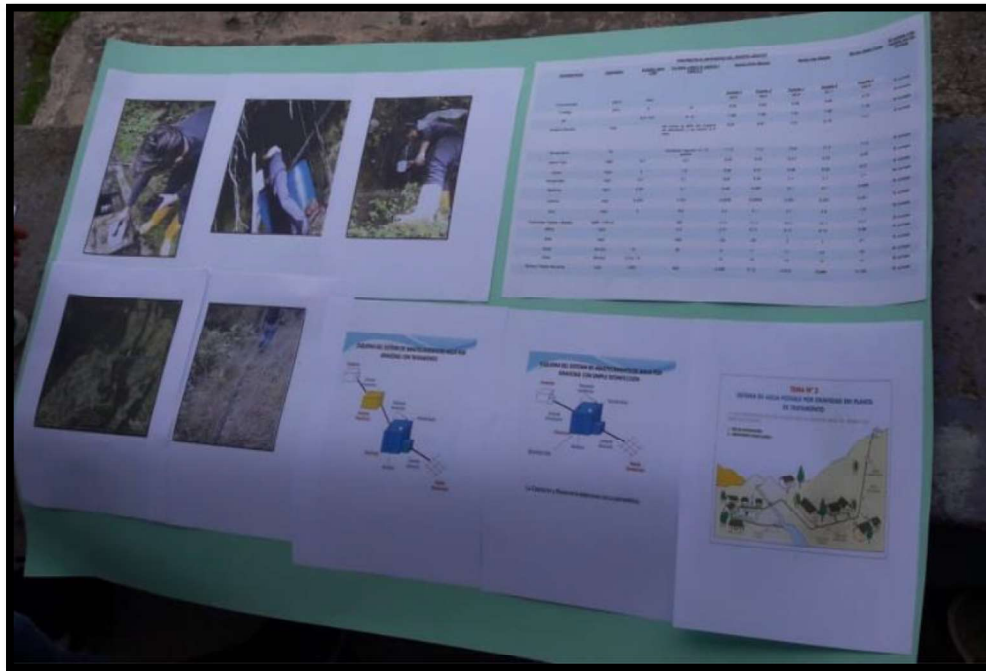


Anexo 13. Toma de la muestra sector las Abejas fuente 2
FUENTE: (El Autor,2018)



Anexo 14. Toma de la muestra sector Gallo Canta
FUENTE: (El Autor,2018)

Anexo V. Memoria técnica entregada al barrio Urauco



Anexo 15 . Material a presentar
FUENTE: (El Autor,2018)



Anexo 16. Inicio del taller
FUENTE: (El Autor,2018)



Anexo 17. Explicación de los resultados obtenidos del barrio
FUENTE: (El Autor,2018)



Anexo 18. Entrega de documento finalizado
FUENTE: (El Autor,2018)

Anexo VI. Memoria técnica



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
ESCUELA DE FORMACIÓN DE
TECNÓLOGOS



TECNOLOGÍA EN AGUA Y SANEAMIENTO
AMBIENTAL

MEMORIA TÉCNICA DE LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL BARRIO URAUCO DE LA PARROQUIA LLOA



ELABORADO POR:

- CRISTOPHER ALEXANDER BUNCE CASTELLANOS

Quito, 2019

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|---|-------------------------------|
| 1. Introducción | 94 |
| 2. Objetivo | 94 |
| 2.1 Objetivo general | 94 |
| 2.2 Objetivo específico | 95 |
| 3. Metodología | 95 |
| 4. Mantenimiento y operación en la red de distribución | 96 |
| 4.1 Mantenimiento preventivo | 96 |
| 4.2 Mantenimiento correctivo | 97 |
| 5. Resultados | 99 |
| 6. Conclusiones | ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO. |
| 6.1 Conclusiones y recomendaciones | ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO. |
| 7. Bibliografía | ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO. |

LISTA DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1 - Periodo de mantenimiento..... | 98 |
| Tabla 2 - Control del registro de mantenimiento | 98 |
| Tabla 3 - Comparación de parámetros obtenidos con normativas | 99 |

1. Introducción

El presente documento tiene la intención de mostrar los procedimientos y recomendaciones sobre la calidad del agua suministrada del barrio Urauco de la parroquia Lloa. Para asegurar la calidad del recurso hídrico para que los habitantes puedan tener la total confianza y la garantía de tener acceso al agua para el consumo y que cumpla con los límites máximos permisibles según lo establecido en la Normativa Ecuatoriana de agua potable, para su uso y consumo humano.

Se visitó la parroquia mencionada y se realizó un recorrido a pie para observar las posibles fugas, rupturas o fallas en las tuberías, válvulas o accesorios que conducen el recurso hídrico a los pobladores y que sean causas de alguna posible infección que puedan tener los pobladores de la parroquia.

Actualmente el Barrio Urauco cuenta con redes de distribución, a través de tuberías de PVC de 2 pulgadas y complementándose con mangueras de polietileno de 2 pulgadas con uniones simples como cinta taipe negra y teflón, la mayor parte se encuentran descubiertos. Además de dicha red es tomada también para riego sin estudios técnicos previos, En el sector de las Abejas hay problemas en la distribución, actualmente un 60% de los habitantes se benefician parcialmente del servicio de agua, no así el 40% tiene escases de agua.

Se tomó muestras simples en la captación, antes y después del proceso de desinfección y en los domicilios para garantizar que el agua sea de buena calidad y así poder asegurar que este servicio sea óptimo y de confianza para consumirlo y a su vez utilizarlos en actividades productivas.

2. Objetivo

2.1 Objetivo general

Establecer criterios básicos de la evaluación de la calidad agua suministrada del Barrio Urauco en la parroquia de Lloa.

2.2 Objetivo específico

- Observar el estado de los sistemas de conducción de agua de los tres sectores del barrio Urauco.
- Proponer mejoras que contribuyan la distribución y calidad del agua.

3. Metodología

Se realizó un recorrido a pie para observar las posibles fallas de las tuberías de las redes de distribución que abastecen a los pobladores y se observó en los sectores del Barrio Urauco que en los sistemas de conducción pueden ser propensos a posibles incendios ya que hay ocasiones que los pobladores del Barrio Urauco preparan su comida en leña cerca del lugar por donde pasan las mangueras y es probable que una abertura de las mangueras produzca fugas.

Se tomaron muestras simples en la captación, antes y después del proceso de desinfección y en los domicilios con el fin de determinar la calidad del agua, se suelen caracterizar parámetros microbiológicos, físicos y químicos, los cuales ayudan a identificar el estado de un cuerpo hídrico.

El muestreo tiene la finalidad de indagar las características diversas del agua. Se basa en coger una representativa porción de agua. De las muestras obtenidas se tomarán las debidas precauciones para conservarlas, con la finalidad de que no sufra algún daño o modificación hasta su respectivo análisis (Ramirez, 2017).

Algo esencial es que las muestras tomadas no hayan sufrido algún cambio en su composición y que la muestras conserven sus componentes en cuanto al material original antes de su respectivo análisis (Ramirez, 2017).

Una vez se realizó la toma de las muestras se las llevó al laboratorio y se realizó las respectivas mediciones teniendo como resultado lo siguiente (ver tabla 3), y comparándolas con las normas para determinar el cumplimiento de los requisitos que debe tener esta agua para el consumo humano.

4. Mantenimiento y Operación en la red de distribución

Para mejorar el abastecimiento y calidad del agua y todas las necesidades de barrio Urauco se ha realizado un plan de mantenimiento y operación de la red de distribución. Cuando se realicen las actividades de operación se tendrá en cuenta que los responsables se encuentren capacitados y que cuenten con herramientas

Operación

La correcta operación se la debe ejecutar para que los equipos de la red de distribución del agua cumplan satisfactoriamente con las actividades para las cuales fueron diseñadas (Juarez, 2009).

De acuerdo a las actividades, las operaciones pueden ser simples y compuestas. Cuando se vaya a realizar la debida operación se debe tener en cuenta que los responsables deber estar totalmente capacitados y tener herramientas adecuadas para que el resultado sea satisfactorio así evitar posibles daños o fallas en la red de distribución (Juarez, 2009).

Mantenimiento

Es necesario el mantenimiento de la distribución del agua para prevenir futuras fallas que se den en las estructuras y operar los sistemas de manera correcta (ORGANIZACIÓN PANAMERICA DE SALUD, 2005)

Hay dos tipos de mantenimiento: preventivo y correctivo.

4.1 Mantenimiento preventivo

Este mantenimiento es diferente al correctivo ya que comienza con un respectivo programa que incluye una revisión y con la realización de un informe que contenga las posibles reparaciones (ORGANIZACIÓN PANAMERICA DE SALUD, 2005).

Para realizar la este tipo de mantenimiento es necesario:

- Planificar un registro de datos
- Llevar un control de los equipos
- Establecer procedimientos
- Realizar un listado de los mantenimientos realizados

4.2 Mantenimiento correctivo

Este mantenimiento nos permite conocer cualquier tipo de avería o falla que esté presente en los equipos o estructuras, las cuales son destinadas a ser reparadas (ORGANIZACIÓN PANAMERICA DE SALUD, 2005).

Para poner en práctica este tipo de mantenimiento es necesario:

- Reportar el tipo de fallas.
- Diagnosticar la falla.
- Gestionar un informe de las posibles reparaciones.
- Realizar un documento final.

En cuanto al cuidado de las fallas se debe seguir:

- Conocer el tipo de estructura de los equipos.
- Identificar que tan grande es la falla.
- Como la falla altera la calidad y el abastecimiento de agua.

5. Resultados

Se observó que las mangueras de conducción pueden ser propensas a incendios ya que hay ocasiones que los pobladores del Barrio Urauco preparan su comida en leña cerca del lugar por donde pasan las mangueras y es probable causar una abertura en la manguera causando fugas porque olvidan apagar el fuego.

Según el presidente de la junta de agua del Barrio Urauco (Alcides Cachaguay), los pobladores del sector hacen una minga cada 6 meses en los lugares donde se encuentran los tanques de almacenamiento. Con el fin de que estos no presenten algún inconveniente para las zonas ganaderas, por lo que no es posible generar algún daño al hábitat natural.

A continuación, se efectuó una comparación de los resultados que se obtuvo entre los análisis de laboratorio de las muestras de agua del Barrio Urauco con las normas INEN 1108 y del TULSMA Libro VI Anexo I, Tabla 2 para determinar si cumple con los requisitos mínimos que debe tener esta agua para el consumo humano.

Tabla 18 - Comparación de parámetros obtenidos con normativas

| <u>PARÁMETROS</u> | <u>UNIDADES</u> | <u>NORMA INEN 1108</u> | <u>TULSMA LIBRO VI ANEXO I TABLA 2</u> | <u>NORMA DEL DMQ ORDENANZA 138</u> | <u>SECTOR PEÑA BLANCA</u> | | <u>SECTOR LAS ABEJAS</u> | | <u>SECTOR GALLO CANTA</u> | | <u>SI CUMPLE O NO CUMPLE CON LAS NORMAS</u> |
|-------------------|-----------------|------------------------|--|------------------------------------|---------------------------|-----------------|--------------------------|-----------------|---------------------------|-----------------|---|
| | | | | | <u>Fuente 1</u> | <u>Fuente 2</u> | <u>Fuente 1</u> | <u>Fuente 2</u> | <u>Fuente 1</u> | <u>Fuente 1</u> | |
| | | | | | 58,6 | 58,6 | 85,9 | 87,1 | 109,9 | | |
| Conductividad | µS/cm | 1500 | | | | | | | | | Si cumple |
| Turbidez | NTU | 5 | 10 | | | | | | | | Si cumple |
| pH | | 6,5 - 8,5 | 6 - 9 | 5 - 9 | 7,98 | 7,98 | 7,91 | 7,92 | 7,16 | | Si cumple |

| | | | | | | | | | | |
|---------------------------|--------------|-----------|---|--------------------|--------|--------|-------|-------|-------|-----------|
| Oxígeno Disuelto | mg/L | | No menos al 80% de oxígeno de su saturación y no menor a 6 mg/L | | 6,81 | 6,81 | 7,01 | 6,78 | 7,41 | Si cumple |
| Temperatura | °C | | Condición Natural + o - 3 grados | < 35 | 11,2 | 11,2 | 12,9 | 11,3 | 11,2 | Si cumple |
| Hierro Total | mg/L | 0,3 | 0,3 | 10 | 0,05 | 0,03 | 0,01 | 0,02 | 0,05 | Si cumple |
| Cobre | mg/L | 2 | 1,0 | 2,0 | 0,05 | 0,01 | 0,04 | 0,03 | 0,01 | Si cumple |
| Manganeso | mg/L | 0,4 | 0,1 | 2,0 | 0,02 | 0,04 | 0,4 | 0,3 | 0,4 | No cumple |
| Aluminio | mg/L | 0,25 | 0,1 | 5,0 | 0,09 | 0,087 | 0,1 | 0,1 | 0,086 | Si cumple |
| Cadmio | mg/L | 0,003 | 0,001 | 0,02 | 0,0008 | 0,0008 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | Si cumple |
| Zinc | mg/L | 3 | 5,0 | 2,0 | 1,9 | 2,0 | 1,8 | 1,9 | 1,9 | Si cumple |
| Coliformes Totales | NMP / 100 mL | | 50* | | <1,1 | <1,1 | <1,1 | <1,1 | <1,1 | Si cumple |
| Coliformes Fecales | NMP / 100 mL | <1,1 | | Remoción >al 99,9% | <1,1 | <1,1 | <1,1 | <1,1 | <1,1 | Si cumple |
| DBO ₅ | mg/L | | 2,0 | 100 | 0,71 | 0,71 | 0,17 | 0,13 | 0,26 | Si cumple |
| DQO | mg/L | | 400 | 160 | 102 | 105 | 3 | 1 | 21 | Si cumple |
| Color (Pt-Co) | (Pt-Co) | 15 | 20 | | 2 | 1 | <1 | <3 | <2 | Si cumple |
| Cloro | (Pt-Co) | 0,3 a 1,5 | | 0,5 | 0,05 | 0,06 | 0,04 | 0,05 | 0,02 | Si cumple |
| Sólidos Totales Disueltos | mg/L | 1000 | 500 | | 0,098 | 0,12 | 0,072 | 0,086 | 0,102 | Si cumple |

6. Conclusiones

6.1 Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

- Gracias al recorrido realizado en campo, se determinó el estado de los sistemas de agua de los sectores y se observó que las mangueras de conducción pueden ser propensas a incendios o a sufrir aberturas causando fugas ya que en algunas partes estas se encuentran al aire libre pero actualmente se encuentran en buen estado.
- En los Sectores Gallo Canta y Peña Blanca los tanques de almacenamiento cuentan con válvulas flotadoras con el fin de controlar el suministro de agua y si cuentan con tubería de ventilación para evitar malos olores. Y en el Sector de las Abejas solo cuenta con un tanque de plástico sin flotador ni tubería de ventilación. Se realiza una minga cada 6 meses.
- Los parámetros que fueron analizados en el Barrio Urauco de la Parroquia Lloa, cumplen con lo establecido en la norma TULSMA Libro VI Anexo I, Tabla 2, con la normativa INEN 1108 y adicionalmente con la Norma técnica para control de descargas líquidas del DMQ ordenanza 138, Anexo I, Tabla No. 1, ya que el Barrio Urauco es parte del cantón Quito, lo que se puede decir que la vuelve apta para consumo humano en todo excepto manganeso.
- En los sectores que sobrepasó el límite permisible del manganeso, las afectaciones a la salud por consumo de agua pueden involucrar al sistema nervioso como: movimientos lentos en manos y sin coordinación. Esto debido a que el agua potable, agua subterránea o suelo contienen niveles bajos de manganeso en su entorno.
- Para brindar una solución al poco suministro de agua en la fuente de las Abejas en el Barrio Urauco, se propuso una opción con los pobladores y con el FONAG en realizar la captación de la fuente las Peña Blanca ubicada a 3279,70 msnm y la fuente las Abejas ubicada a 3291 msnm. En la cual se unirán a una altura de 3153

msnm, por consiguiente, al agua de la captación se le efectuará tratamiento antes de ser enviada a un depósito de distribución y finalmente a su desinfección con cloro. De esta manera el agua puede ser distribuida por gravedad hacia los hogares. Esto según estudios realizados por el FONAG para que el abastecimiento de esta fuente puede abastecer a todos los pobladores y no solo al 60%

Recomendaciones

- Es necesario realizar análisis periódicos (se recomienda de manera semestral) en todos los puntos de manera que se evite cualquier tipo de daño en la red o en la calidad del agua.
- Con el proyecto para que el agua sea distribuida por gravedad hacia los hogares, se espera realizar técnicas de participación ciudadana, concientizar a los habitantes de cuidar las instalaciones y que el sistema de abastecimiento de agua pueda ser gestionado por ellos mismo, lo que va a exigir un trabajo constante durante la implementación del sistema.
- Realizar recorridos a pie constantes para observar las posibles fugas, fallas, o alguna ruptura de las tuberías, válvulas o accesorios que abastecen el recurso hídrico a los pobladores.
- Durante el análisis químico, el parámetro Manganese no cumplió con la normativa TULSMA Libro VI, Anexo I, Tabla 2, en el Límite Máximo Permisible, lo que se pudo deducir es que el agua pudo entrar en contacto con los suelos o las paredes de rocas y minerales. Y para disminuir o darle una mejora, se puede utilizar aireación, super cloración, catalizadores de dióxido de manganeso, ajuste de pH o precipitación química, lo cual la volvería apta para consumo humano.
- Los pobladores estuvieron totalmente de acuerdo en reunirse cada mes y colaborar económicamente si es necesario, para implementar alguna de las opciones antes mencionadas para mejorar la calidad de agua en su barrio.

7. Bibliografía

- INEN. (2014). NORMA TÉCNICA ECUATORIANA: AGUA POTABLE. REQUISITOS. Obtenido de NORMA TÉCNICA ECUATORIANA: AGUA POTABLE. REQUISITOS: <http://www.pudeleco.com/files/a16057d.pdf>
- Juarez, E. (2009). MANUAL DE OPERACION Y MANTENIMIENTO DE AGUA POTABLE. Obtenido de MANUAL DE OPERACION Y MANTENIMIENTO DE AGUA POTABLE: <https://es.scribd.com/document/362321528/13-MANUAL-DE-OPERACION-Y-MANTENIMEINTO-2-doc>
- ORGANIZACIÓN PANAMERICA DE SALUD. (2005). GUÍAS PARA LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE RESERVORIOS ELEVADOS Y ESTACIONES DE BOMBEO . Obtenido de GUÍAS PARA LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE RESERVORIOS ELEVADOS Y ESTACIONES DE BOMBEO : http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/2sas/d23/042_O&M_de_reservorios_elevados_y_estaciones_de_bombeo/O&M_de_reservorios_elevados_y_estaciones_de_bombeo.pdf
- Ramirez, F. (2017). Agua Potable. Obtenido de Agua Potable: http://www.elaguapotable.com/calidad_del_agua.htm
- TULSMA. (2017). NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES : RECURSO AGUA. Obtenido de NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES : RECURSO AGUA: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu112180.pdf>