



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

“Retención de microplásticos en tuberías de agua potable que contienen
incrustaciones calcáreas en Riobamba”

Trabajo de Titulación para optar al título de Ingeniero Civil

Autor:

Córdova Villagrán, Ángel André

Tutor:

Ing. Jessica Brito Noboa Mgs.

Riobamba, Ecuador. 2024

DECLARATORIA DE AUTORÍA

Yo Ángel André Córdova Villagrán, con cédula de ciudadanía **0604571711** autor del trabajo de investigación titulado: **“Retención de microplásticos en tuberías de agua potable que contienen incrustaciones calcáreas en Riobamba”**, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mi exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 6 de noviembre de 2024.



Ángel André Córdova Villagrán

C.I: 0605139435

DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

Quien suscribe, **Ing. Jessica Paulina Brito Noboa. Mgs**, catedrático adscrito a la Facultad de Ingeniería, por medio del presente documento certifico haber asesorado y revisado el desarrollo del trabajo de investigación titulado: **“Retención de microplásticos en tuberías de agua potable que contienen incrustaciones calcáreas en Riobamba”**, bajo la autoría de **Córdova Villagrán Ángel André**; por lo que se autoriza ejecutar los trámites legales para su sustentación.

Es todo cuanto informar en honor a la verdad; en Riobamba, a los 5 días del mes de noviembre de 2024



Ing. Jessica Paulina Brito Noboa

C.I: 0603972365

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación “**Retención de microplásticos en tuberías de agua potable que contienen incrustaciones calcáreas en Riobamba**”, presentado por **Ángel André Córdova Villagrán**, con cédula de identidad número **0604571711**, bajo la tutoría de **Ing. Jessica Paulina Brito Noboa. Mgs**; certificamos que recomendamos la **APROBACIÓN** de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 22 de noviembre de 2024.

Ing. Nelson Estuardo Patiño Vaca, Mgs
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO



Firma

Ing. Marcel Paredes Herrera, MSc
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Firma

Ing. María Gabriela Zúñiga Rodríguez, MSc
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Firma



Dirección
Académica
VICERRECTORADO ACADÉMICO

en movimiento



UNACH-RGF-01-04-08.15
VERSIÓN 01: 06-09-2021

CERTIFICACIÓN

Que, Córdova **Villagrán Ángel André** con CC: **0604571711**, estudiante de la Carrera **Ingeniería Civil**, Facultad de **Ingeniería**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado " **Retención de microplásticos en tuberías de agua potable que contienen incrustaciones calcáreas en Riobamba.**", cumple con el **9%**, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **TURNITIN**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 05 de noviembre de 2024

Mgs. Jessica Brito Noboa
TUTOR(A)

DEDICATORIA

Mi esfuerzo y sacrificio han sido inculcados desde niño en mi vida y el fruto se los entrego a mis Padres, gracias por acompañarme en el proceso de mi formación y de mi vida. Les dedico con amor y con la conciencia de mi sacrificio que está plasmado en este trabajo, a mis abuelitos Ángel, Rosita, Victoria y Luchito que me bendice desde el cielo, quienes con su amor han inspirado mi día a día para saber que soy la extensión del amor que tienen por mis padres y a ellos mi agradecimiento eterno. A Dios todo poderoso que me permite caminar en sabiduría para no desmayar en el proceso de la sapiencia y preparación para que este título sea de provecho para la sociedad y que el fruto de mi trabajo cuente siempre con su bendición.

André Córdova

Agradecimiento

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que han contribuido de alguna manera a la realización de esta tesis. En primer lugar, agradezco a mis padres, por su amor, apoyo incondicional y por enseñarme el valor del esfuerzo y la perseverancia, de forma especial a mi madre, que en los momentos que todo fue adverso nunca me soltó su mano y siempre me apoyó.

A mi tutor de tesis, la Ing. Jessica Brito, por su guía, paciencia y valiosos consejos a lo largo de este proceso. Su experiencia y conocimientos han sido fundamentales para la culminación de este trabajo.

A mi novia que estuvo siempre para mí en todo el proceso de la elaboración de este trabajo, y hoy en día es muy importante para el resto de mi vida, a mis amigos, por su apoyo emocional y por estar siempre dispuestos a escuchar y ofrecer palabras de aliento en los momentos difíciles.

A mis profesores y compañeros de la Facultad de Ingeniería Civil, por compartir sus conocimientos y experiencias, y por crear un ambiente de aprendizaje y colaboración que ha sido esencial para mi formación académica y profesional.

Finalmente, agradezco a todas las personas y entidades que, de manera directa o indirecta, han contribuido a la realización de esta tesis. Sin su apoyo, este logro no habría sido posible.

André Córdova

ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARATORIA DE AUTORÍA

DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

CERTIFICADO ANTIPLAGIO

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

RESUMEN

ABSTRACT

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	14
1.1. Antecedentes	14
1.2. Planteamiento del Problema	15
1.3. Objetivos.....	16
1.3.1. Objetivo General.....	16
1.3.2. Objetivos Específicos.....	16
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	17
2.1. Conceptos Generales	17
2.1.1. Microplásticos primarios	19
2.1.2. Microplásticos secundarios.....	19
2.2. Estado del arte	19
CAPÍTULO III METODOLOGÍA	21
3.1. Tipo de Investigación	21
3.2. Esquema Metodológico	21
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSION	26

4.1. Presencia de microplásticos Red El Tratamiento.....	26
4.2. Presencia de microplásticos Red Tapi.....	27
4.3. Presencia de microplásticos Red El Recreo.....	28
4.4. Presencia de microplásticos Red El Carmen.....	29
4.5. Presencia de microplásticos Red Saboya.....	30
4.6. Presencia de microplásticos Red San Martin de Veranillo.....	31
4.7. Presencia de microplásticos Red Maldonado	32
4.8. Presencia de microplásticos Red Piscin.....	33
4.9. Presencia de microplásticos Red Yaruquías	34
4.10. Discusión	36
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	37
5.1. Conclusiones	37
5.2. Recomendaciones.....	38
6. Referencias	39
6.1. Apéndice 1	41
6.2. Apéndice 2	42
7. ANEXOS	43

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:Caracterización física química de sustancias inorgánicas (NTE INEN 278, 2006).....	18
Tabla 2:Datos, presencia de microplástico en la red El Tratamiento.....	26
Tabla 3 Datos, presencia de microplástico en la red Tapi.....	27
Tabla 4 Datos, presencia de microplástico en la red El Recreo.....	28
Tabla 5 Datos, presencia de microplástico en la red El Carmen	29
Tabla 6 Datos, presencia de microplástico en la red Saboya	30
Tabla 7 Datos, presencia de microplástico en la red San Martín de Veranillo.....	31
Tabla 8 Datos, presencia de microplástico en la red Maldonado	32
Tabla 9 Datos, presencia de microplástico en la red Piscin	33
Tabla 10 Datos, presencia de microplástico en la red Yaruquíes	34
Tabla 11 Número de partículas en redes de distribución	35

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1:Rango de tamaños de partículas microplásticas.	20
Figura 2:Esquema de metodología.....	21
Figura 3:Mapa de Redes e identificación de tuberías analizadas.	23
Figura 4:Materiales y Equipos.....	24
Figura 5:Microplástico presente en las muestras de agua potable, Red El Tratamiento.....	26
Figura 6 Microplásticos en redes	26
Figura 7 Microplástico presente en las muestras de agua potable, Red Tapi.....	27
Figura 8 Microplásticos en redes	27
Figura 9 Microplástico presente en las muestras de agua potable, Red El Recreo.....	28
Figura 10 Microplásticos en redes	28
Figura 11 Microplástico presente en las muestras de agua potable, Red El Carmen	29
Figura 12 Microplásticos en redes	29
Figura 13 Microplástico presente en las muestras de agua potable, Red Saboya.....	30
Figura 14 Microplásticos en redes	30
Figura 15 Microplástico presente en las muestras de agua potable, Red San Martín de Veranillo	31
Figura 16 Microplásticos en redes	31
Figura 17 Microplástico presente en las muestras de agua potable, Red Maldonado	32
Figura 18 Microplásticos en redes	32
Figura 19 Microplástico presente en las muestras de agua potable, Red Piscin	33
Figura 20 Microplásticos en redes	33
Figura 21Microplástico presente en las muestras de agua potable, Red Yaruquies	34
Figura 22 Microplásticos en redes	34
Figura 23 Comparativa presencia de microplásticos en redes.....	35

RESUMEN

Los microplásticos son estudiados actualmente por provocar efectos tanto tóxicos como mecánicos, dando lugar a cambios de comportamiento y la alteración genética. En el mundo se estima que existe una cifra de 24,4 billones de microplásticos en las capas primarias de los océanos del mundo. En Riobamba, a través de estudios generados en el año 2018 los resultados del análisis indicaban que existe un 19% de presencia de microplásticos en el agua. Sin embargo, no existen datos actuales de cantidades de microplásticos por lo que en el presente estudio se vio necesario identificar aquello. A través de una metodología exploratoria y analítica. Se analizó la influencia de las incrustaciones calcáreas en la retención de partículas microplásticas en tuberías de agua potable. Para la identificación de microplásticos en el agua potable, se aplicó la metodología de Microplásticos en el agua potable de Riobamba, que se basó en la experimentación de la UNACH de fluorescencia de materiales inertes. Mediante filtración de muestras de agua al vacío con un filtro de celulosa y colorante rosa de bengala. Posteriormente fueron observados en un Estereoscopio, obteniendo la identificación de microplásticos en 9 redes de distribución de agua potable con las que cuenta la ciudad de Riobamba, se tomaron 18 muestras, 2 por cada red de distribución. Los resultados del análisis muestran que todas las muestras de agua potable de Riobamba presentan microplásticos, siendo la red de Piscin la que registra la mayor concentración de estas partículas, mientras que la red de Yaruquíes presenta la menor. La presencia de microplásticos en el agua podría representar un riesgo para la salud humana. Es importante destacar que el agua de Riobamba presenta características de “agua dura”, sus tuberías de las redes de distribución presentan incrustaciones calcáreas, mismas que retienen y retrasan la degradación de partículas microplásticas. Siendo un porcentaje total de presencia de estas partículas, se deja como precedente para futuras investigaciones analizar la incidencia de estas en la salud del consumidor.

Palabras clave: Estereoscopio, microplásticos, filtro de celulosa.

ABSTRACT

Microplastics are currently being studied for causing toxic and mechanical effects, resulting in behavioral changes and genetic alteration. Globally, an estimated 24.4 billion microplastics are in the upper layers of the world's oceans. In Riobamba, through studies generated in 2018, the analysis results indicated a 19% presence of microplastics in the water. However, there is no current data on the amount of microplastics, so it was necessary to identify that in the present study through exploration and analytical methodology. The influence of calcareous incrustations on the retention of microplastic particles in drinking water pipes was analyzed. For the identification of microplastics in drinking water, the methodology of Microplastics in Riobamba's drinking water was applied, which was based on the UNACH experimentation of fluorescence of inert materials through vacuum filtration of water samples with a cellulose filter and pink Bengal dye. Subsequently, they were observed in a stereoscope, obtaining the identification of microplastics in 9 potable water distribution networks in the city of Riobamba. Eighteen samples were taken, 2 for each distribution network. The results of the analysis show that all the drinking water samples of Riobamba present microplastics; the Piscin network is the one that registers the highest concentration of these particles, while the Yaruquíes network presents the lowest. Microplastics in the water could represent a risk to human health. It is important to note that Riobamba's water has "hard water" characteristics; its distribution network pipes have calcareous incrustations, which retain and delay the degradation of microplastic particles. Being a total percentage of the presence of these particles, it is left as a precedent for future research to analyze the incidence of these particles on the consumer's health.

Keywords: Stereoscope, microplastics, cellulose filter.



Reviewed by:
Ms.C. Ana Maldonado León
ENGLISH PROFESSOR
C.I.0601975980

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

La acumulación de microplásticos en partículas ha sido objeto de investigación durante varios años. Las empresas encargadas del suministro de agua potable están al tanto de que la calidad del agua puede variar después de su salida de las plantas de tratamiento, principalmente debido a las condiciones del sistema de distribución. Estas variaciones dependen tanto del tiempo de uso de la infraestructura como de las condiciones operativas del sistema (Padilla, 2020). Un problema recurrente en las instalaciones hidráulicas es la corrosión de los materiales metálicos, lo que provoca perforaciones y obstrucciones en las tuberías de agua (Mora Arellano & Cedeño, 2006). Además, las estructuras de concreto también están expuestas a daños causados por procesos fisicoquímicos y biológicos, siendo la corrosión el principal factor de deterioro (Mora Arellano & Cedeño, 2006).

El uso de plásticos ha crecido de manera exponencial en los últimos años, especialmente con los productos de uso único. La dificultad de reciclaje y la baja capacidad de degradación de los plásticos generan su acumulación en el ambiente, lo que ha sido identificado como un problema ambiental emergente (Rojo-Nieto & Montoto, 2017). Con el tiempo, los plásticos sufren erosión física y química, descomponiéndose en fragmentos más pequeños conocidos como microplásticos y nanoplásticos (Mora Arellano & Cedeño, 2006).

Los microplásticos son pequeñas partículas de plástico que contaminan el medio ambiente (Bandow et al., 2017). Aunque no existe un consenso claro sobre el tamaño exacto que define a los microplásticos, la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA) establece como parámetro un diámetro menor a cinco milímetros para clasificarlos (Paredes et al., 2019).

Estos microplásticos pueden permitir la proliferación de microorganismos que causan problemas como mal sabor, mal olor, presencia de lodo y mayor corrosión. Como resultado, el agua que llega al consumidor puede no ser apta para el consumo humano (Arévalo, 2021). Los problemas de calidad del agua derivados de la acumulación de sedimentos incluyen el aumento en la demanda de desinfectantes, el crecimiento de microorganismos, la turbidez del agua, entre otros (David & Bollain, 2019).

En el Plan Maestro de Agua Potable 24 Horas de la ciudad de Riobamba, ejecutado por el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal entre 2011 y 2014, se incluyó el uso de tuberías de PVC (policloruro de vinilo), un material plástico versátil. El constante flujo de agua en estas tuberías puede provocar la liberación de microplásticos en el agua potable (Bandow et al., 2017).

Es fundamental conocer el porcentaje de tanques de reserva plásticos que contienen microplásticos en la ciudad, ya que estos contaminan el agua destinada al consumo humano, lo que puede generar problemas de salud en la población (Rojo-Nieto & Montoto, 2017).

El agua es el recurso natural más vital para la vida en el planeta, por lo que es crucial protegerla y conservarla para el consumo humano (Enfrin et al., 2019). Este estudio resulta útil para las empresas de agua potable e instituciones de normalización, ya que puede servir como base para definir un límite permitido de microplásticos en el agua potable (Medina Seminario, 2003).

1.2. Planteamiento del Problema

Las incrustaciones calcáreas en las tuberías de agua potable representan un desafío significativo para la calidad del suministro de agua. Estas incrustaciones no solo afectan el flujo y la presión del agua, sino que también pueden actuar como sitios propensos a la retención de partículas de microplásticos. (Medina Seminario, 2003).

La ciudad de Riobamba enfrenta desafíos significativos en relación con la calidad del agua potable suministrada a sus habitantes. Uno de los problemas emergentes y poco explorados es la posible retención de partículas de microplásticos en las tuberías de agua potable, especialmente aquellas que presentan incrustaciones calcáreas.

La presencia de microplásticos en el agua potable representa una amenaza potencial para la salud humana y el medio ambiente. Sin embargo, la interacción específica entre estas partículas y las incrustaciones calcáreas en las tuberías de agua potable en Riobamba aún no ha sido suficientemente exploradas. (Rojo-Nieto & Montoto, 2017).

Este problema plantea desafíos que van más allá de la preservación de la infraestructura de las tuberías, ya que involucra preocupaciones directas sobre la seguridad y pureza del agua potable. La resolución de esta incógnita no solo contribuirá al conocimiento científico en estos campos, sino que también proporcionará información valiosa para el desarrollo de estrategias efectivas de gestión y mantenimiento de sistemas de suministro de agua potable, con el objetivo de garantizar la seguridad y pureza del agua consumida por la población. La ciudad de Riobamba presenta una dureza promedio de 336,86 mg/L en su agua potable, cuyo valor puede ser causante de incrustaciones en tuberías de todo tipo de sistemas, sin embargo el realizar pruebas con tuberías no operativas y llevar a cabo el proceso completo tomaría demasiado tiempo.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

- Analizar la influencia de las incrustaciones calcáreas en la retención de partículas microplásticas en tuberías de agua potable.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Caracterizar las propiedades físicas y químicas de las incrustaciones calcáreas presentes en tuberías de agua potable, identificando los componentes que podrían interactuar con partículas microplásticas.
- Determinar la distribución y abundancia de partículas microplásticas a lo largo del sistema de tuberías de agua potable.
- Evaluar el impacto de las incrustaciones calcáreas en la eficiencia de la retención de partículas microplásticas.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Conceptos Generales

Al pensar en desechos plásticos, comúnmente se nos viene a la mente una botella plástica tirada en el mar o en una playa. Sin embargo, también existen partículas y microplásticos, que son invisibles a simple vista, y que pueden estar presentes tanto en el agua potable como en la embotellada (Sugawara & Nikaido, 2014).

Estas partículas pueden variar en tamaño, desde 5 mm hasta 1 μm , y se encuentran en productos como cosméticos, productos de limpieza, o pueden originarse de la descomposición mecánica, fotoquímica o térmica de plásticos más grandes (Sugawara & Nikaido, 2014).

Cuando estas partículas están suspendidas en el agua, los plásticos pueden absorber contaminantes orgánicos persistentes (COP), los cuales pueden ser ingeridos por organismos marinos y, eventualmente, transferirse a la cadena alimentaria humana (Sugawara & Nikaido, 2014).

La presencia de plásticos en ambientes acuáticos es una preocupación creciente en toda la Unión Europea y muchos países del mundo, al punto de introducir políticas para conseguir mejorar el ciclo del plástico, mismos que se degradan hasta convertirse en partículas de microplásticos que no solo abundan en mares y océanos sino también en agua residuales e incluso en agua potable (Sugawara & Nikaido, 2014).

La afectación de microplásticos en el agua es un problema ambiental creciente y preocupante. Los microplásticos son diminutas partículas de plástico que pueden provenir de diversas fuentes, como la descomposición de objetos plásticos más grandes, la abrasión de prendas sintéticas durante el lavado, la fragmentación de desechos plásticos en el medio ambiente, entre otros. Estos microplásticos pueden encontrarse en diferentes cuerpos de agua, desde océanos y mares hasta ríos y lagos, y pueden tener impactos negativos en los ecosistemas acuáticos y en la salud humana (Academia Mexicana de Ciencias, 2019)

Aunque estas partículas son un contaminante ambiental que apenas se comienza a analizar, ya se han realizado informes que ubican masas de partículas microscópicas de plástico en mares y océanos, una de ellas en el Mediterráneo. Por ello, los científicos están emprendiendo la labor de estudiar los efectos adversos de los microplásticos, para la salud humana y para el medio ambiente (Enfrin et al., 2019).

Se estima que el 10% de los desechos plásticos generados terminan en los océanos, representando un riesgo significativo tanto para la salud como para el medio ambiente. Con el tiempo, los plásticos, expuestos a la radiación solar y a diversos procesos químicos, físicos y biológicos, pierden su resistencia y se desintegran en pequeñas partículas, sin que su composición química se vea alterada. Esto significa que, aunque se degraden, los fragmentos siguen siendo plásticos. La cantidad potencial de residuos plásticos, especialmente los microplásticos que provienen de la descomposición de plásticos más grandes, resulta difícil de calcular (Medina Seminario, 2003).

Tabla 1: Caracterización física química de sustancias inorgánicas (NTE INEN 278, 2006).

PARAMETRO	UNIDAD	LÍMITE PERMITIDO	MÁXIMO
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 *	Bg/l	0,5
Radiación total β **	Bg/l	1,0
Selenio, Se	mg/l	0,04

Extraído de: (NTE INEN 278, 2006)

Existen dos denominaciones para los microplásticos tales como:

2.1.1. Microplásticos primarios

Los microplásticos primarios son aquellos fabricados con tamaños microscópicos. Entre ellos se incluyen las microesferas (< 500 μm), que se encuentran en ciertos productos cosméticos, se utilizan como transportadores de medicamentos y también se emplean en aplicaciones recientes, como la impresión 3D. Además, existen los pellets, partículas plásticas de entre 2 y 5 mm, que son precursores de plásticos de mayor tamaño. Estos microplásticos representan un grave desafío ambiental, ya que, después de su uso, suelen acabar en la red de alcantarillado, evitando los sistemas de tratamiento y llegando finalmente a los mares y océanos (Rojo Nieto & Montoto, 2017).

2.1.2. Microplásticos secundarios

Los microplásticos secundarios provienen de la descomposición de plásticos más grandes después de haber estado expuestos a factores externos, como la radiación solar (UV). Este proceso de degradación puede variar según la causa que lo origine e implica cambios como la decoloración, erosiones en la superficie y un aumento de la fragilidad del material. En cualquier caso, la fragmentación de estos plásticos de mayor tamaño contribuye a la generación de microplásticos y nanoplásticos en el medio ambiente, ya sea durante su uso, como cuando las fibras se desprenden al lavar la ropa, o después de ser descartados, cuando los plásticos ya presentes en el ambiente se descomponen debido a procesos químicos, biológicos y físicos (Rojo-Nieto & Montoto, 2017).

2.2. Estado del arte

Orb Media, en colaboración con la Universidad de Nueva York y la Universidad de Minnesota, realizó un estudio en cinco continentes y encontró partículas de plástico en el agua del grifo en 159 ciudades de todo el mundo. Resultó que el 83% del agua del grifo contiene partículas de plástico. Micropartículas o microfibras, estas microfibras plásticas se encuentran en el agua del grifo en Nueva York y también se han encontrado en el agua del grifo en Beirut (Líbano), Nueva

Delhi (India), Kampala (Uganda), Yakarta (Indonesia) y Quito (Ecuador) (Kosuth, Wattenberg, Mason, Tyree, & Morrison, 2017).

De acuerdo con estudios previos, se recomienda que los hombres consuman aproximadamente 2,5 litros de líquidos al día, mientras que las mujeres deben ingerir unos 2,09 litros. Si estos líquidos incluyen agua del grifo o bebidas que contienen agua de esta fuente, los hombres podrían estar ingiriendo hasta 14 partículas plásticas al día, y las mujeres hasta 10 partículas (Watson & Batt, 1980).

La Figura 1 presenta los tamaños de estas partículas plásticas y su clasificación según diferentes autores y organizaciones. No obstante, en el contexto de la presente investigación, se ha definido el rango de microplásticos como partículas que varían de 5 mm a 1 µm, conforme a lo establecido por Rojo Nieto y Montoto (2017).

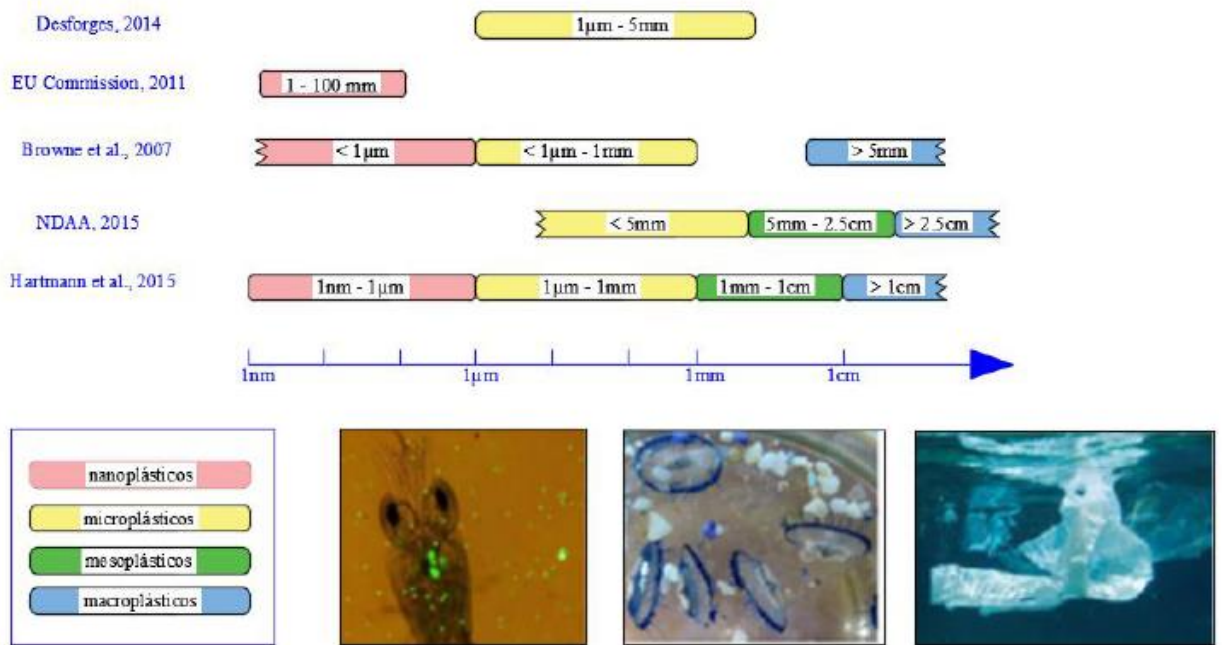


Figura 1: Rango de tamaños de partículas microplásticas.

Fuente: Basado en Rojo Nieto & Montoto, 2017

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1. Tipo de Investigación

La metodología aplicada en el proyecto de investigación para tuberías de agua potable del cantón Riobamba serán de tipo exploratoria y analítica. Se empleará un enfoque cualitativo, así como el método cuantitativo. El método cuantitativo se aplicará con gran incidencia mediante los resultados de los ensayos de laboratorio.

El enfoque exploratorio se logra en el campo de estudio mediante la recolección de datos de muestras de agua potable extraídas directamente del sistema de distribución.

El enfoque analítico se logra tras analizar las muestras obtenidas, en laboratorio, de todas las redes de distribución de agua potable de la ciudad de Riobamba.

3.2. Esquema Metodológico

El desarrollo de esta investigación se representa a continuación en la siguiente figura en donde se detalla los pasos a seguir hasta cumplir los objetivos.



Figura 2:Esquema de metodología

Para la revisión bibliográfica, se comenzó con la búsqueda del estado del arte sobre la presencia de microplásticos en el agua de consumo humano. Esta exploración permitió orientar la investigación hacia la aplicación de una metodología que facilite la identificación y visualización de microplásticos en el agua potable, asegurando que la información obtenida sea verídica, actual, inédita y respaldada por diversas organizaciones de investigación. Como resultado de la búsqueda bibliográfica, se seleccionó la metodología más adecuada tanto para la toma de muestras como para su análisis, garantizando la rigurosidad y validez de los datos recopilados en este estudio.

Utilizaremos una metodología mixta, la justificación del uso de métodos mixtos es para dar explicación de un fenómeno cuando un enfoque u otro no alcanzan a resolver la problemática planteada.

Necesitamos identificar las propiedades químicas de las partículas encontradas, para comparar con resultados estandarizados, y así asegurar que el grado de confiabilidad de los resultados sea el adecuado. Por otro lado, si se comprueba la existencia de microplásticos en las muestras tomadas, se deberá cualificar el contenido de partículas presentes en la misma.

Para la recolección y tamaño de muestras se aplicó la metodología realizada por Paredes (2019). *Microplastics in the drinking water of the Riobamba city, Ecuador*, en la cual se analizan 18 puntos en las redes de distribución (9 redes de distribución). Manteniendo así este mismo método se procedió con la toma de muestras en puntos cercanos a los extraídos en este primer estudio.

Para la localización de microplásticos se utilizó la metodología utilizada por Paredes (2019). *Microplastics in the drinking water of the Riobamba city, Ecuador*. La misma que se basa en estudios de detección por fluorescencia selectiva de (Thomas Maes, Rebecca Jessop, Nikolaus Wellner, 2017) y (Christie-Oleza, 2017), utilizando el rosa de bengala.

Se obtiene un tamaño de muestra de 18 tuberías de agua potable, dado que existen 9 redes de distribución de agua potable, se establece tomar 2 muestras de agua por cada red, por lo tanto, se toman 18 puntos o muestras, mismos que se pueden ver en la Figura 3, mapa de las redes de distribución donde se marcan los puntos de toma de muestras.

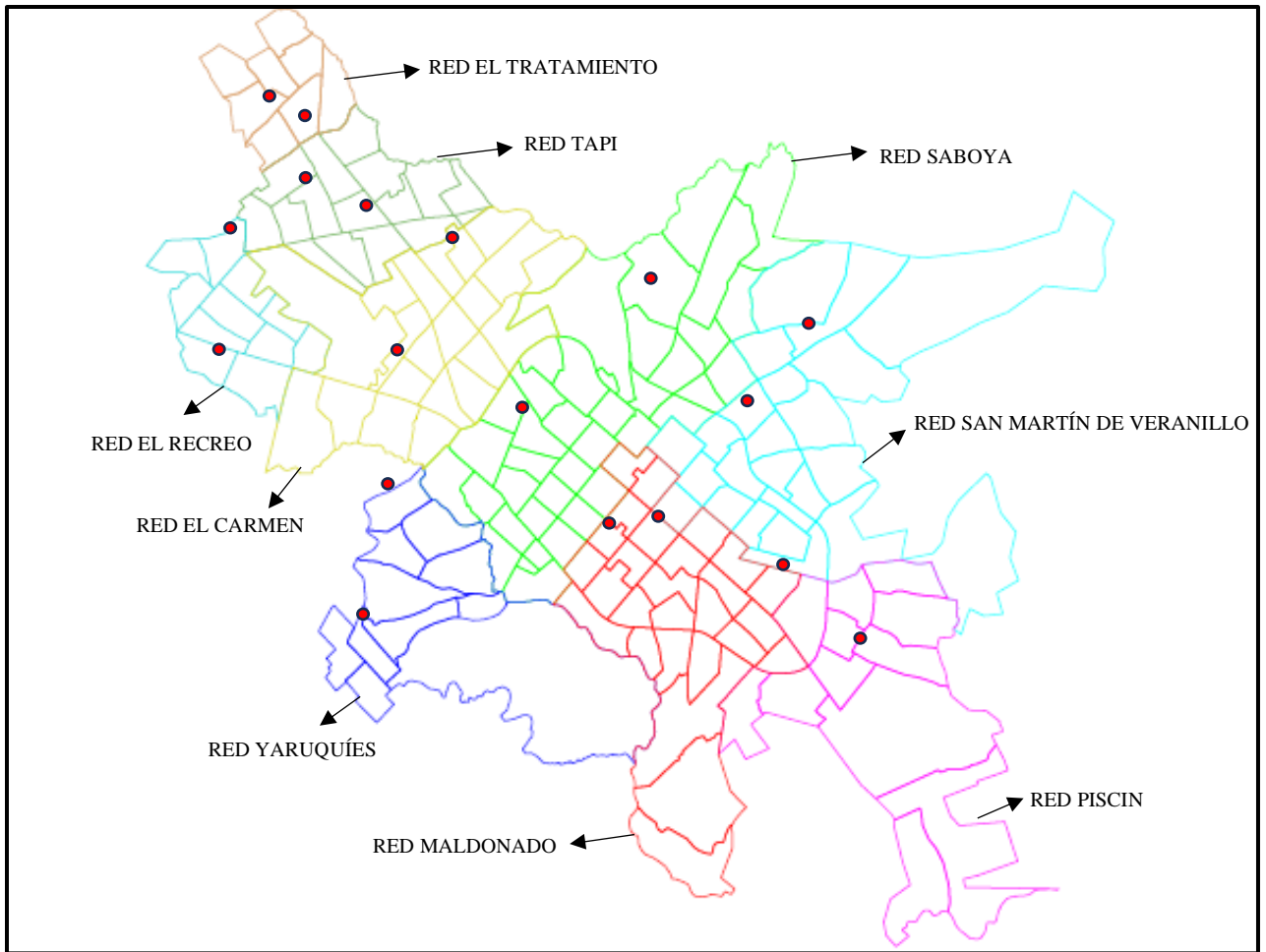


Figura 3: Mapa de Redes e identificación de tuberías analizadas.

Fuente: Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de la ciudad de Riobamba (EP-EMAPAR).

Para la recolección de muestras se tomó en cuenta lo establecido en la norma INEN 1108 (INEN, 2014), la cual establece que “El muestreo para el análisis microbiológico, físico, químico debe realizarse de acuerdo a los métodos estandarizados para el agua potable y residual (Standard Methods No. 1060)”.

Para cada muestra de agua, se utilizó una ficha de toma de muestras de campo que facilitó el levantamiento de datos y permitió verificar con mayor precisión los objetivos de esta investigación. En dicha ficha se registraron datos como la red de distribución a la que pertenece la tubería de la que se extrae la muestra, la fecha y otros detalles relevantes, tal como se muestra en el Apéndice 1.

Según la metodología de muestreo dada por la norma INEN 1108, cada muestra se recogió dejando correr el agua del grifo por un minuto antes de llenar una botella de HDPE de 1000ml hasta el punto de desbordamiento. El frasco para la muestra de agua se homogenizó por dos ocasiones antes de llenarse por tercera vez y sellarlo.

Tomadas las muestras se continuó con la metodología aplicada por Paredes (2019). Microplastics in the drinking water of the Riobamba city, Ecuador Se trabajó, vertiendo 250ml de agua mediante filtración al vacío a través de un filtro de celulosa de 45mm de diámetro con un tamaño de poro de 0,45 μm , posteriormente se colocó el filtro en una caja Petri y añadiendo 1ml de pigmento rosa de bengala (4, 5, 6,7-tetrachloro-2',4',5',7'-tetraiodofluorescein, 200mg l-1) ver Apéndice 2. Después de un tiempo de reacción de 5 minutos, se analizó en un Estereoscopio con una cámara integrada (10MP APTINA COLORS CMOS ULTRA-FINE), en busca de presencia de microplástico mismo que según Rojo Nieto & Montoto, (2017), se establecen en tamaños de 5mm a 1 μm .



Figura 4: Materiales y Equipos

Fuente: Laboratorio de Investigación (Calidad de aguas) ESPOCH 2024

Una vez completado el proceso de filtración, se aplicó pigmento rosa de bengala a los filtros. Con ayuda de un estereoscopio visual, se inspeccionaron minuciosamente los filtros, de izquierda a derecha, para identificar partículas o fibras de microplásticos, cuya visibilidad mejoró gracias al pigmento. Cada filtro fue examinado individualmente en el microscopio, asegurando que no sufrieran alteraciones y manteniendo las cajas Petri bien selladas durante el transporte de los filtros tras el proceso de filtración.

Se registró el número de filtros con presencia de microplásticos, lo que permitió identificar las muestras que presentan microplásticos y admitió la comprobación del objetivo específico de esta investigación.

Finalmente se comprobó que las partículas encontradas sean derivadas del plástico por medio de un alambre de acero, previamente calentado a altas temperaturas, para después quemar las partículas con la punta del alambre antes mencionado. Determinando así que si se trataban de partículas microplásticas.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Presencia de microplásticos Red El Tratamiento

Después de ensayar los filtros por los que se pasaron las muestras, se obtuvieron los siguientes resultados presentados en la tabla 2.

Tabla 2: Datos, presencia de microplástico en la red El Tratamiento.

MUESTRA N°	RED	TIPO DE TUBERÍA	PRESENCIA DE MICROPLÁSTICO
1	El Tratamiento	Directa de acometida	SI
2	El Tratamiento	Directa de acometida	SI

Figura 5: Microplástico presente en las muestras de agua potable, Red El Tratamiento

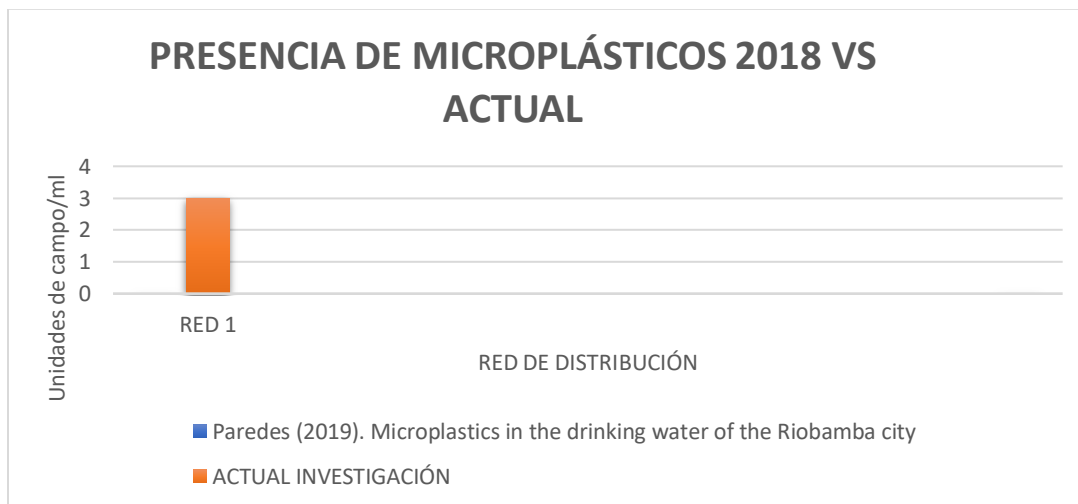
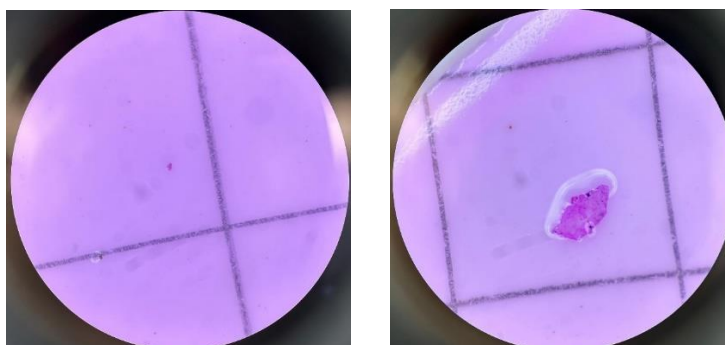


Figura 6 Microplásticos en redes

4.2. Presencia de microplásticos Red Tapi

Después de ensayar los filtros por los que se pasaron las muestras, se obtuvieron los siguientes resultados presentados en la tabla 3.

Tabla 3 Datos, presencia de microplástico en la red Tapi.

MUESTRA N°	RED	TIPO DE TUBERÍA	PRESENCIA DE MICROPLÁSTICO
1	Tapi	Directa de acometida	SI
2	Tapi	Directa de acometida	SI

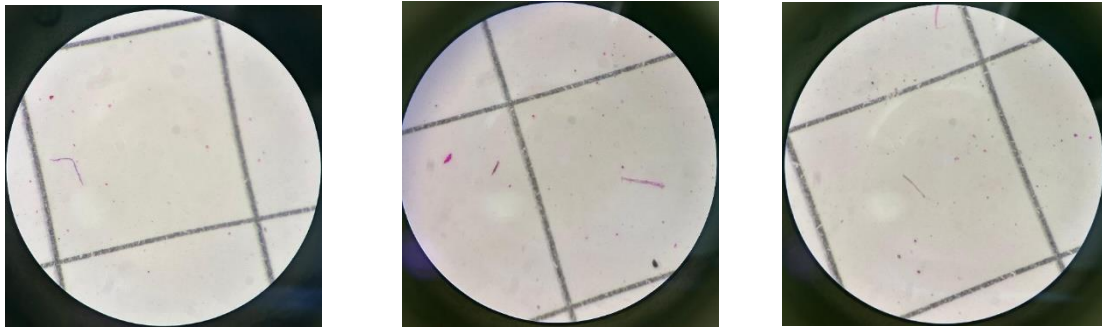


Figura 7 Microplástico presente en las muestras de agua potable, Red Tapi

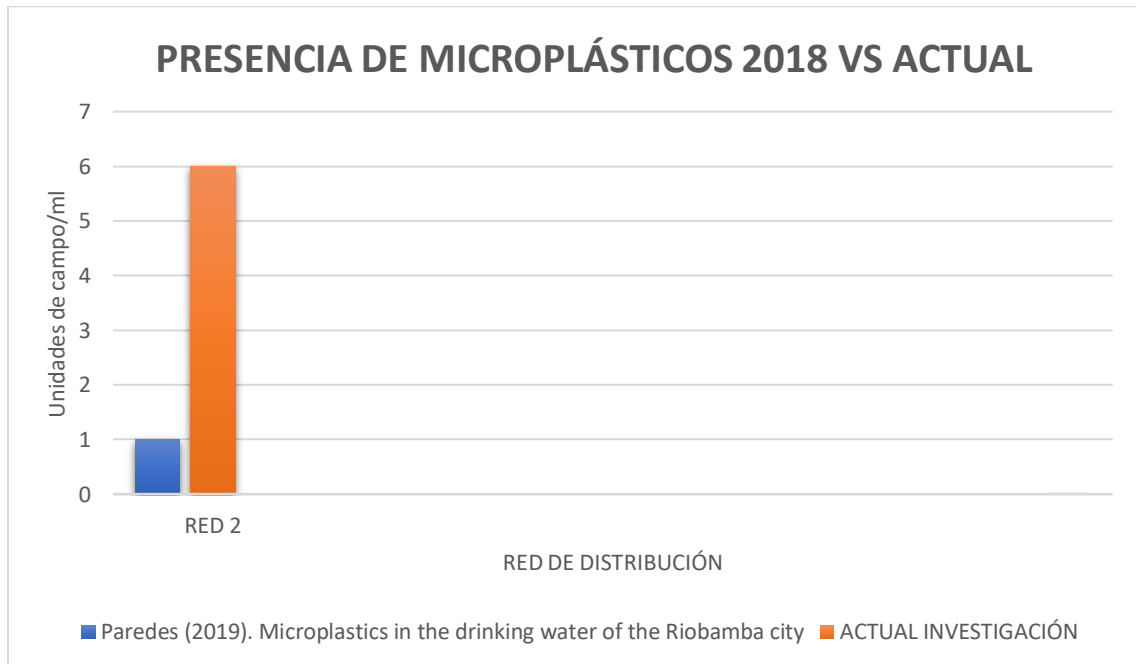


Figura 8 Microplásticos en redes

4.3. Presencia de microplásticos Red El Recreo

Después de ensayar los filtros por los que se pasaron las muestras, se obtuvieron los siguientes resultados presentados en la tabla 4.

Tabla 4 Datos, presencia de microplástico en la red El Recreo

MUESTRA N°	RED	TIPO DE TUBERÍA	PRESENCIA DE MICROPLÁSTICO
1	El Recreo	Directa de acometida	SI
2	El Recreo	Directa de acometida	SI

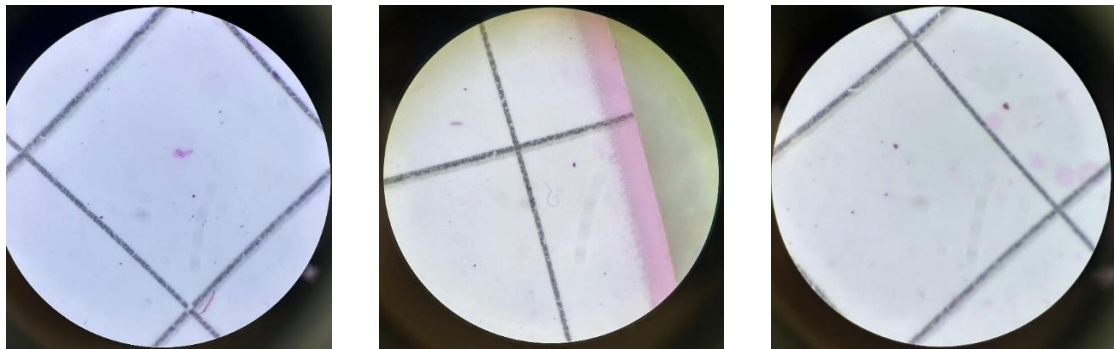


Figura 9 Microplástico presente en las muestras de agua potable, Red El Recreo



Figura 10 Microplásticos en redes

4.4. Presencia de microplásticos Red El Carmen.

Después de ensayar los filtros por los que se pasaron las muestras, se obtuvieron los siguientes resultados presentados en la tabla 5.

Tabla 5 Datos, presencia de microplástico en la red El Carmen

MUESTRA N°	RED	TIPO DE TUBERÍA	PRESENCIA DE MICROPLÁSTICO
1	El Carmen	Directa de acometida	SI
2	El Carmen	Directa de acometida	SI

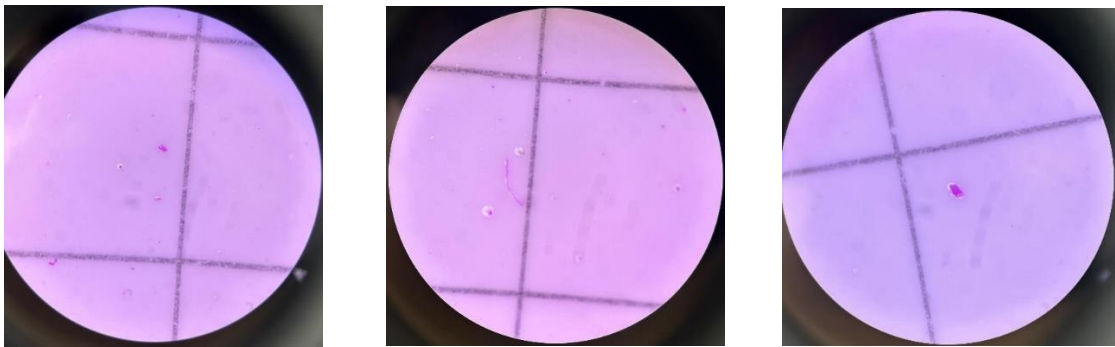


Figura 11 Microplástico presente en las muestras de agua potable, Red El Carmen

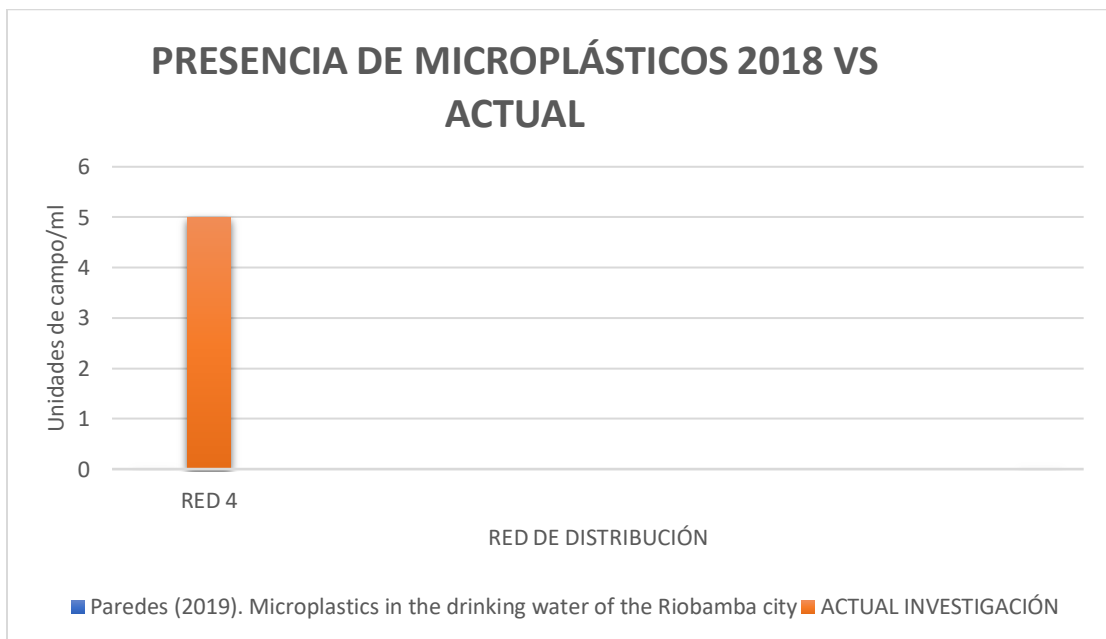


Figura 12 Microplásticos en redes

4.5. Presencia de microplásticos Red Saboya

Después de ensayar los filtros por los que se pasaron las muestras, se obtuvieron los siguientes resultados presentados en la tabla 6.

Tabla 6 Datos, presencia de microplástico en la red Saboya

MUESTRA N°	RED	TIPO DE TUBERÍA	PRESENCIA DE MICROPLÁSTICO
1	Saboya	Directa de acometida	SI
2	Saboya	Directa de acometida	SI

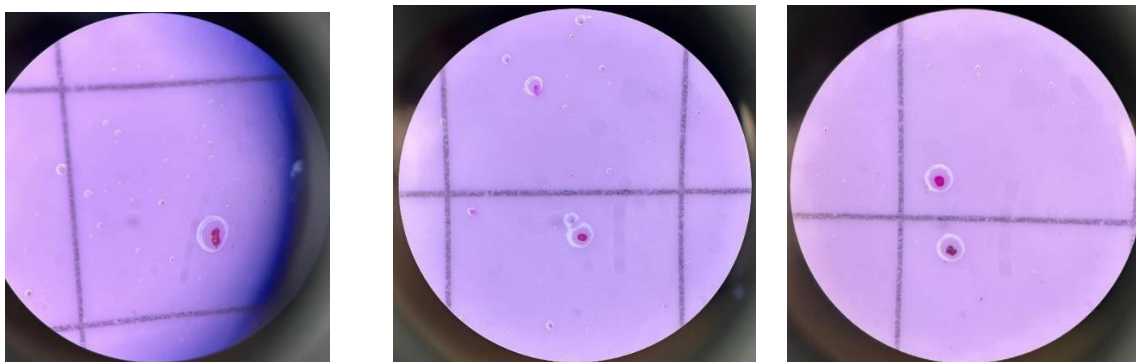


Figura 13 Microplástico presente en las muestras de agua potable, Red Saboya

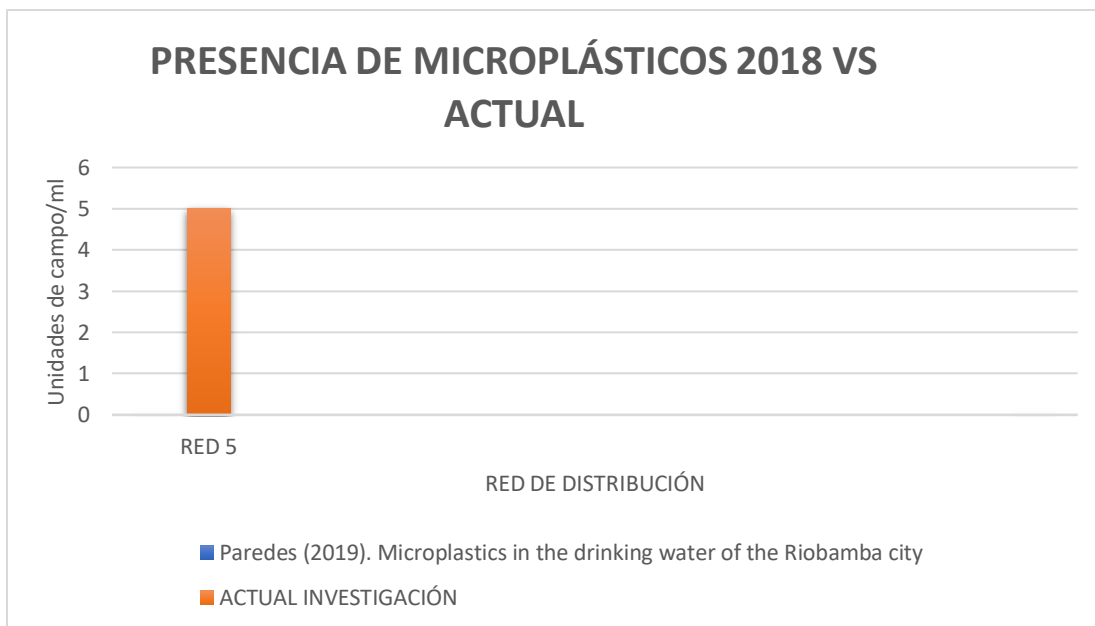


Figura 14 Microplásticos en redes

4.6. Presencia de microplásticos Red San Martín de Veranillo

Después de ensayar los filtros por los que se pasaron las muestras, se obtuvieron los siguientes resultados presentados en la tabla 7.

Tabla 7 Datos, presencia de microplástico en la red San Martín de Veranillo

MUESTRA N°	RED	TIPO DE TUBERÍA	PRESENCIA DE MICROPLÁSTICO
1	San Martín de Veranillo	Directa de acometida	SI
2	San Martín de Veranillo	Directa de acometida	SI

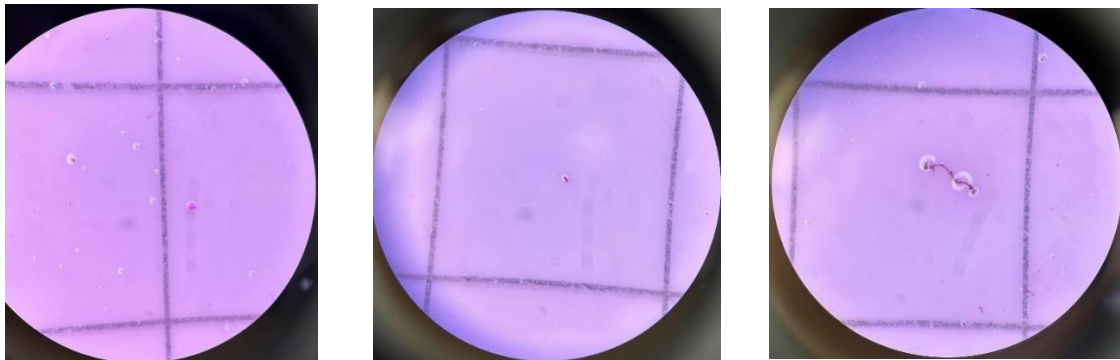


Figura 15 Microplástico presente en las muestras de agua potable, Red San Martín de Veranillo



Figura 16 Microplásticos en redes

4.7. Presencia de microplásticos Red Maldonado

Después de ensayar los filtros por los que se pasaron las muestras, se obtuvieron los siguientes resultados presentados en la tabla 8.

Tabla 8 Datos, presencia de microplástico en la red Maldonado

MUESTRA N°	RED	TIPO DE TUBERÍA	PRESENCIA DE MICROPLÁSTICO
1	Maldonado	Directa de acometida	SI
2	Maldonado	Directa de acometida	SI

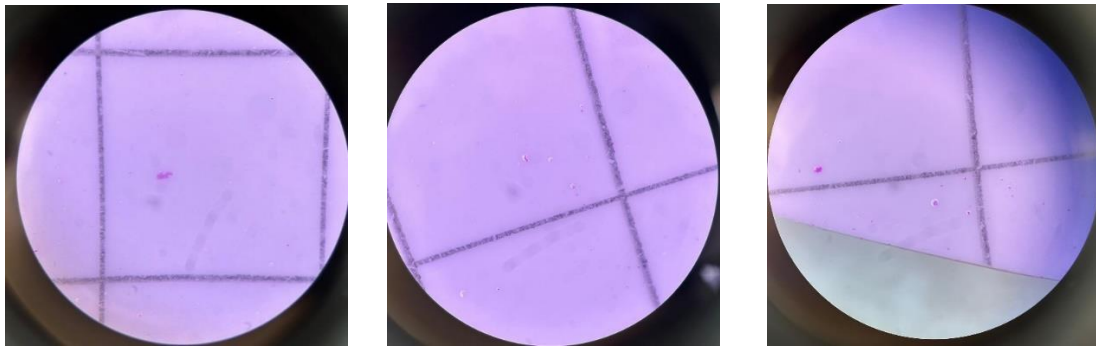


Figura 17 Microplástico presente en las muestras de agua potable, Red Maldonado

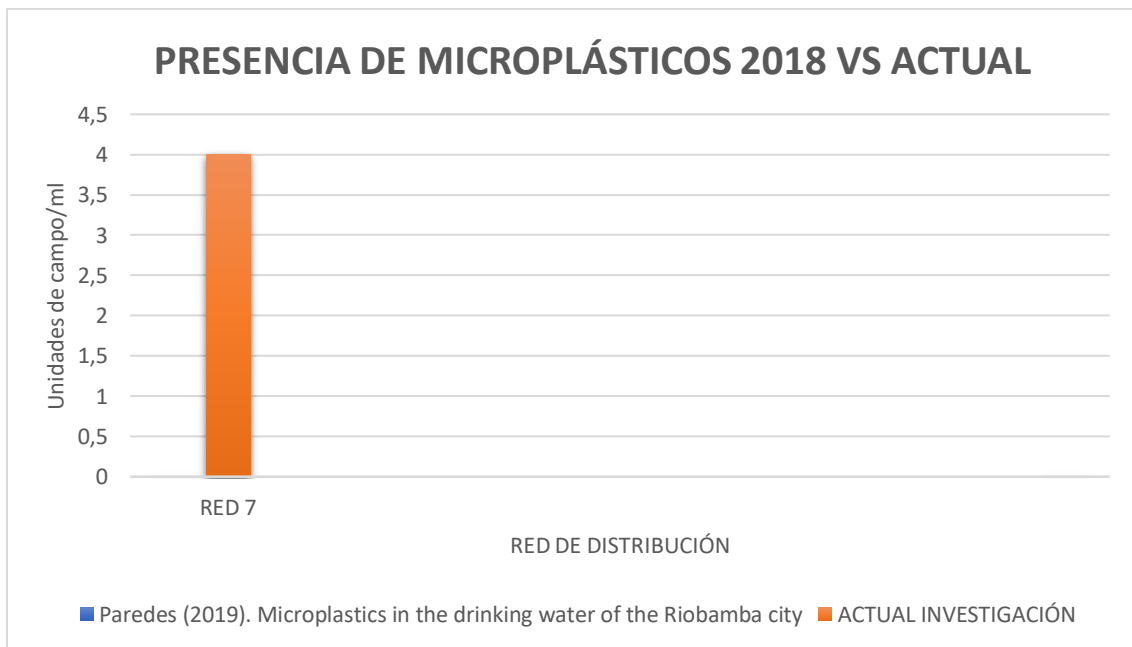


Figura 18 Microplásticos en redes

4.8. Presencia de microplásticos Red Piscin

Después de ensayar los filtros por los que se pasaron las muestras, se obtuvieron los siguientes resultados presentados en la tabla 9.

Tabla 9 Datos, presencia de microplástico en la red Piscin

MUESTRA N ^o	RED	TIPO DE TUBERÍA	PRESENCIA DE MICROPLÁSTICO
1	Piscin	Directa de acometida	SI
2	Piscin	Directa de acometida	SI

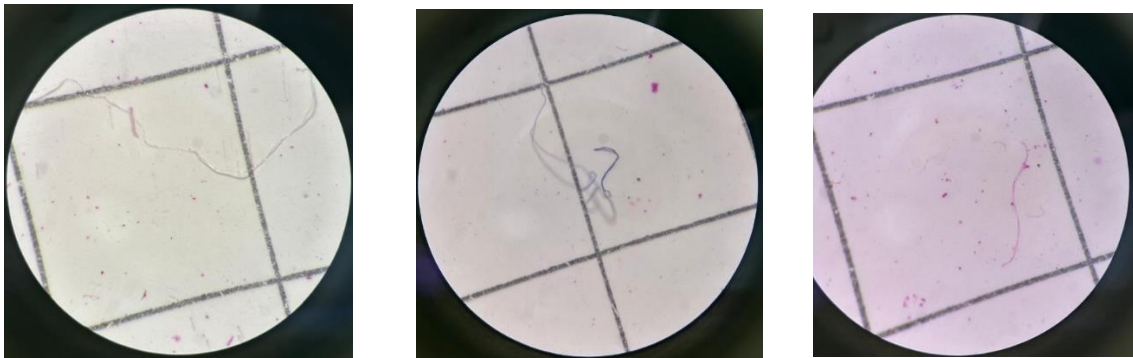


Figura 19 Microplástico presente en las muestras de agua potable, Red Piscin

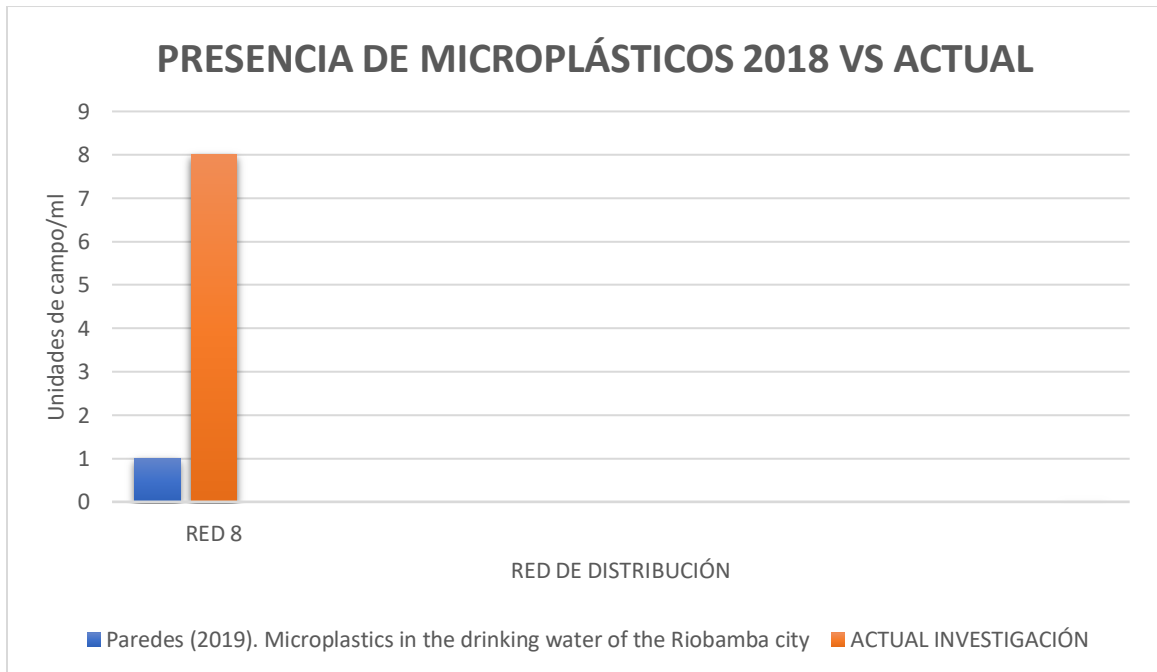


Figura 20 Microplásticos en redes

4.9. Presencia de microplásticos Red Yaruquíes

Después de ensayar los filtros por los que se pasaron las muestras, se obtuvieron los siguientes resultados presentados en la tabla 10.

Tabla 10 Datos, presencia de microplástico en la red Yaruquíes

MUESTRA N ^o	RED	TIPO DE TUBERÍA	PRESENCIA DE MICROPLÁSTICO
1	Yaruquíes	Directa de acometida	SI
2	Yaruquíes	Directa de acometida	SI

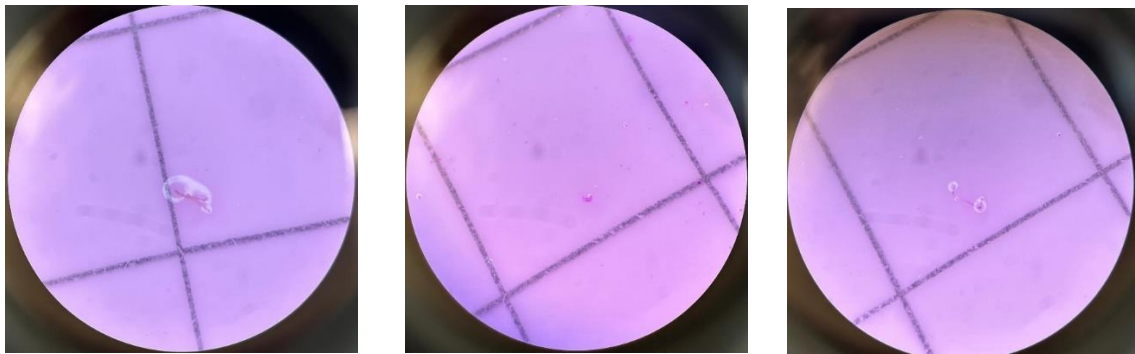


Figura 21 Microplástico presente en las muestras de agua potable, Red Yaruquíes

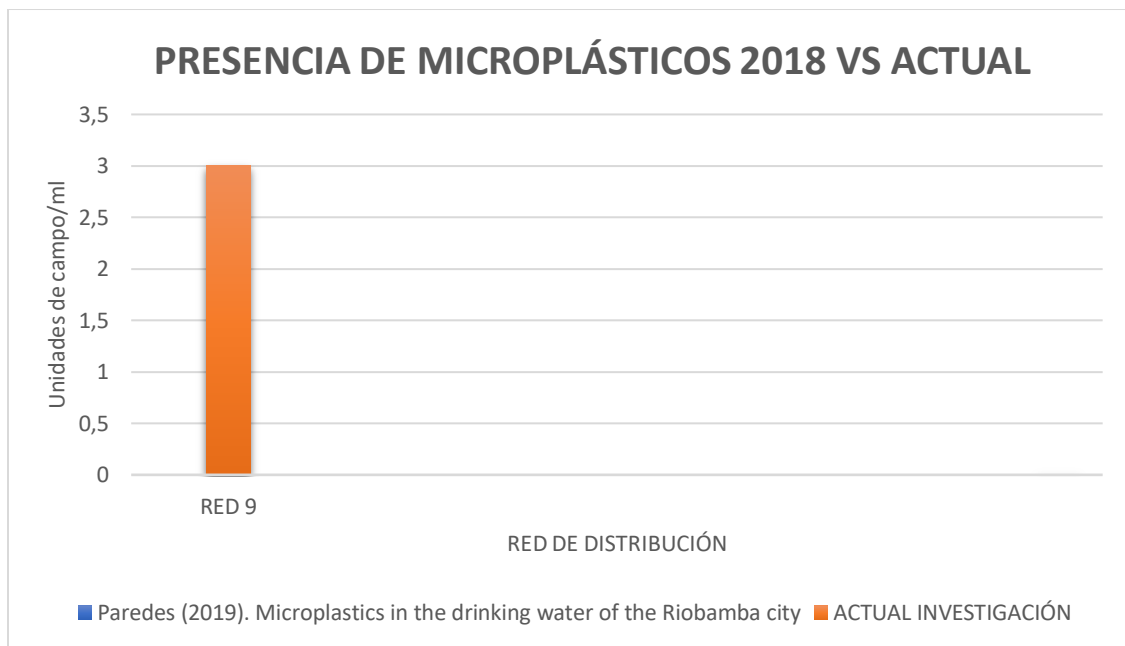


Figura 22 Microplásticos en redes.

Tabla 11 Número de partículas en redes de distribución

NOMBRE	CANTIDAD DE MICROPLÁSTICO	ROTCHMAN HASTA 10 PARTÍCULAS DE MICROPLÁSTICO
1	3	CUMPLE
2	6	CUMPLE
3	5	CUMPLE
4	5	CUMPLE
5	5	CUMPLE
6	3	CUMPLE
7	4	CUMPLE
8	8	CUMPLE
9	3	CUMPLE

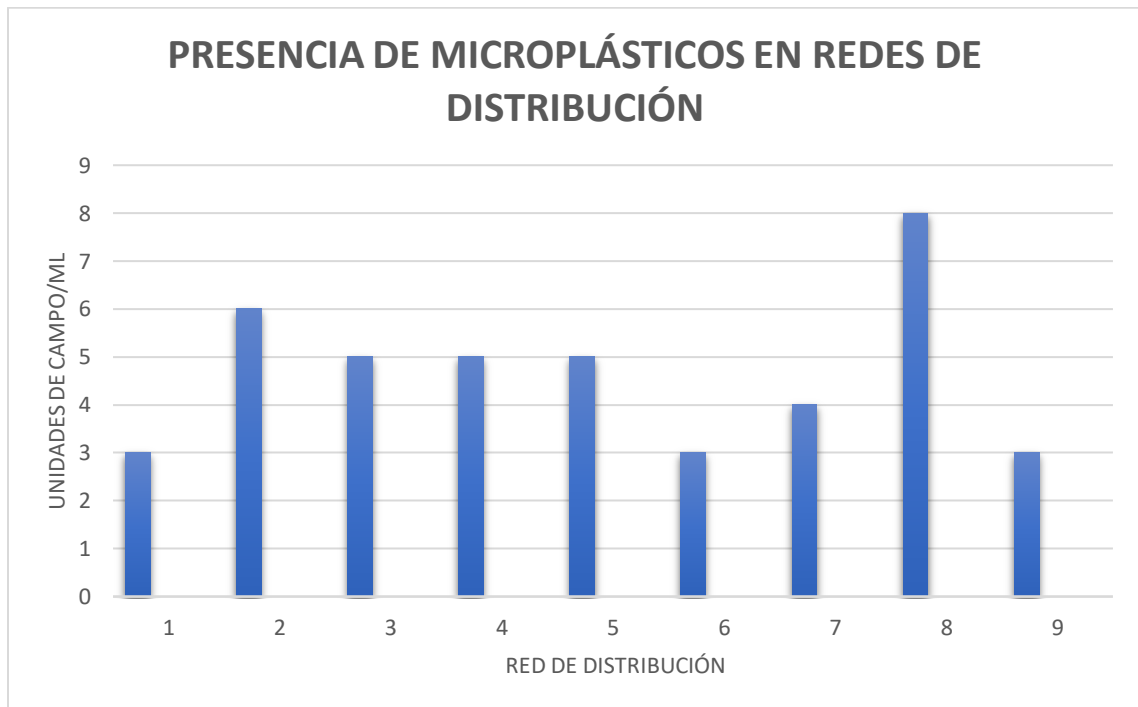


Figura 23 Comparativa presencia de microplásticos en redes

4.10. Discusión

El estudio realizado seis años después evidencia claramente el desgaste en las tuberías mediante la presencia de partículas microplásticas. Sin embargo, se puede deducir que las incrustaciones calcáreas, formadas debido a la dureza del agua en Riobamba, podrían retener gran parte de las partículas desprendidas por el desgaste de las tuberías. Esto explicaría por qué los análisis no revelan una cantidad significativa de microplásticos.

El plan maestro de agua potable y alcantarillado de la ciudad de Riobamba buscaba como solución, terminar con los daños que provocaba el desgaste del asbesto y posterior contaminación en el agua potable de consumo de la ciudad, sin embargo, esta nueva problemática se presenta por la misma causa, que en este caso es el desprendimiento de partículas microplásticas debido al desgaste de la tubería de PVC.

Los resultados obtenidos por medio de este análisis se contrastan con los resultados obtenidos por Paredes (2019). *Microplastics in the drinking water of the Riobamba city*, los cuales indicaban que solo se encontraba la presencia de microplásticos en dos de las nueve redes de distribución de agua potable en Riobamba, esto se debía a las zonas de captación y como se almacenaba el agua. Por otro lado, en este nuevo estudio se encontró la presencia de microplásticos en todas las redes existentes en la ciudad de Riobamba.

La causa de la presencia de partículas microplásticas en todas las redes de distribución en este nuevo estudio, se debe a que cuando se realizó el estudio de Paredes (2019). *Microplastics in the drinking water of the Riobamba city*, las tuberías de agua potable fueron reemplazadas hace poco tiempo, razón por la cual no presentaban mayor desgaste ni desprendimiento de estas y la posible causa de encontrar partículas de microplásticos en tres de los tanques de almacenamiento temporal, se debía a la presencia de plástico de invernadero (LDPE) que se utilizó como recubrimiento ante el manejo emergente contra la caída de ceniza volcánica, en los tanques de almacenamiento temporal de agua potable, pudiendo ser la fuente de contaminación secundaria, ya que el deterioro del macroplásticos (plástico de invernadero) genera microplásticos y por ende puede llegar a cada una de las unidades que constituyen el sistema de abastecimiento de agua potable.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

El estudio de las muestras proporciona datos que demuestran que las tuberías de PVC derivan microplásticos hacia el agua potable que conducen, sin embargo, la presencia de incrustaciones calcáreas en las tuberías de PVC podría retener los mencionados microplásticos, no en su totalidad, pero si parcialmente.

La utilización del colorante “Rosa de Bengala” permite identificar con facilidad las partículas o fibras de microplásticos al momento de revisar los filtros con la ayuda del Estereoscopio puesto que los microplásticos resaltan sobre el color rosa que toman los filtros al ser impregnados con ese pigmento.

Se observó una presencia generalizada de partículas microplásticas y fibras en todos los sistemas de distribución, con una mayor concentración de partículas en determinadas redes del sistema, mismas que fueron comprobadas en su composición plástica al ser incineradas al final del proceso.

El impacto de las incrustaciones calcáreas es de gran importancia dentro de las tuberías de PVC ya que, sin la presencia de éstas, el agua estaría contaminada con una mayor cantidad de partículas microplásticas provenientes del desgaste de las tuberías de PVC.

5.2. Recomendaciones

El presente es un estudio exploratorio en el que se ensayaron muestras de agua potable a través de filtros de celulosa para determinar la presencia de microplásticos en el agua potable, esto se realizó con la ayuda de un Estereoscopio óptico y aplicando colorante rosa de bengala para, la coloración de los microplásticos, mencionando esto se recomienda que para realizar un análisis más efectivo se puede realizar el análisis de las muestras filtradas, con un espectrómetro de Fourier.

Se recomienda utilizar filtros de celulosa de un tamaño de poro al menos de 0.45 μm , ya que si se utilizar filtros de un tamaño mayor los microplásticos podrían filtrarse por medio de los poros.


Se recomienda analizar la incidencia de las partículas microplásticas desprendidas por las tuberías de PVC en la salud de las personas que son directos consumidores del agua potable de Riobamba.

6. Referencias


- Andrady, A. L. (2011). Microplastics in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin*, 62(8), 1596–1605. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.05.030>
- Andrady, A. L., & Neal, M. A. (2009). Applications and societal benefits of plastics. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1526), 1977–1984. <https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0304>
- Association of Plastics Manufacturers. (2018). *Plastics-the Facts 2017 An analysis of European plastics production, demand and waste data*. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.01.015>
- Bandow, N., Will, V., Wachtendorf, V., & Simon, F. G. (2017). Contaminant release from aged microplastic. *Environmental Chemistry*, 14(6), 394–405. <https://doi.org/10.1071/EN17064>
- Carrillo Quintero, A. (2013). *Indicadores de cantidad y calidad del agua consumida en la ciudad de Riobamba*. Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH).
- Christie-Oleza, G. E.-C. G. G. C. T. A. C.-O. A. (2017). Lost, but found with Nile red; a novel method to detect and quantify small microplastics (20 μm –1 mm) in environmental samples. *Environmental Science and Technology*. <https://doi.org/10.1021/acs.est.7b04512>
- Fuentes, D. (2018). *Microplásticos en el agua potable de la ciudad de Riobamba*. Universidad Nacional de Chimborazo.
- Gross, M. (2013). Plastic waste is all at sea. *Current Biology*, 23(4), R135–R137. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2013.01.070>
- Hajibabaei, M., Nazif, S., & Tavanaei Sereshgi, F. (2018). Life cycle assessment of pipes and piping process in drinking water distribution networks to reduce environmental impact. *Sustainable Cities and Society*, 43, 538–549. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.09.014>
- Hoegh-guldberg, O., Cai, R., Poloczanska, E. S., Brewer, P. G., Sundby, S., Hilmi, K., ... Jung, S. 36 (2015). The Ocean. *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, 1655–1731. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415386.010>
- INEN. (2014). Nte Inen 1108:2014. *Norma Técnica Ecuatoriana*, 10. Retrieved from <http://www.pudeleco.com/files/a16057d.pdf>
- Instituto Nacional de Meteorología, I. (2019). Enero 2019 a n a l i s i s c l i m a t o l o g i c o .

- Kosuth, M., Wattenberg, E. V., Mason, S. A., Tyree, C., & Morrison, D. (2017). Synthetic Polymer Contamination in Global Drinking Water. Retrieved from https://orbmedia.org/stories/invisibles_final_report
- Martines Garcia, A. D. (2014). *Análisis y caracterización de microplásticos presentes en limpiadores faciales y sus impacto sobre el medio ambiente. Evolution*. Universidad Politécnica de Cartagena.
- NTE INEN 2497. (2009). No Title. In *Norma Técnica Ecuatoriana* (2009th ed., p. 17). Quito, Ecuador.
- Rezaei, M., Riksen, M. J. P. M., Sirjani, E., Sameni, A., & Geissen, V. (2019). Wind erosion as a driver for transport of light density microplastics. *Science of The Total Environment*, 669, 273–281. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.02.382>
- Rochman, C. M., Tahir, A., Williams, S. L., Baxa, D. V., Lam, R., Miller, J. T., ... Teh, S. J. (2015). Anthropogenic debris in seafood: Plastic debris and fibers from textiles in fish and bivalves sold for human consumption. *Scientific Reports*, 5(August), 1–10. <https://doi.org/10.1038/srep14340>
- Rojo Nieto, E., & Montoto, T. (2017). *Basuras marinas , plásticos y microplásticos. España*. Retrieved from <https://www.mapama.gob.es/es/ceneam/recursos/pag-web/basuras-marinas-37plasticos-microplasticos.aspx>
- Thomas Maes, Rebecca Jessop, Nikolaus Wellner, K. H. & A. G. M. (2017). A rapid-screening approach to detect and quantify microplastics based on fluorescent tagging with Nile Red. *Scientific Reports*.
- Wang, J., Tan, Z., Peng, J., Qiu, Q., & Li, M. (2016). The behaviors of microplastics in the marine environment. *Marine Environmental Research*, 113, 7–17. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2015.10.014>
- Watson, P. E., Watson, I. D., & Batt, R. D. (1980). Total body water volumes for adult males and females estimated from simple anthropometric measurements. *American Journal of Clinical Nutrition*, 33(1), 27–39.

6.1. Apéndice 1

			UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERÍA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		
DATOS DE LA MUESTRA					
MUESTRA N		RED DE AGUA POTABLE			
FECHA					
TIPO DE ENVASE					
HDPE		VIDRIO		OTROS	
FOTOS					
OBSERVACIONES					

6.2. Apéndice 2

	FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD	Página : 1
		Edición revisada no : 0
		Fecha revisión : 21 / 7 / 2012
ROSE BENGAL AR MSDS CAS: 000632-68-8		05600

1. Identificación de la sustancia o la mezcla y de la sociedad o la empresa

1.1. Identificador del producto

Nombre comercial : ROSE BENGAL AR
 Código del producto : 05600
 Identificación del producto : ROSE BENGAL AR C.I.No.45440
 N° CAS :632-68-8

1.2. Usos pertinentes conocidos de la sustancia o de la mezcla y usos desaconsejados

Uso : Industrial. Reservado para uso profesional.

1.3. Datos del proveedor de la ficha de datos de seguridad

Identificación de la Compañía : LOBA CHEMIE PVT.LTD.
 107 Wode House Road, Jehangir Villa, Colaba
 400005 Mumbai INDIA
 Contact: +91 22 6663 6663 / Fax +91 22 6663 6666 / info@lobachemie.com
 Safety Officer: + 91 98213 31336 / + 91 98214 86040 / safety@lobachemie.com

1.4. Teléfono de emergencia

Número de teléfono : + 91 22 6663 6663 (8:00am - 6:00 pm) [Horario de oficina]

2. Identificación de los peligros

2.1. Clasificación de la sustancia o de la mezcla

Clasificación 67/548 CE o 1999/45 CE

No clasificado.

Códigos de clase y categoría de peligro. Reglamento (CE) N° 1272/2008 (CLP)

No clasificado.

2.2. Elementos de la etiqueta

Etiquetado 67/548 CE o 1999/45 CE.

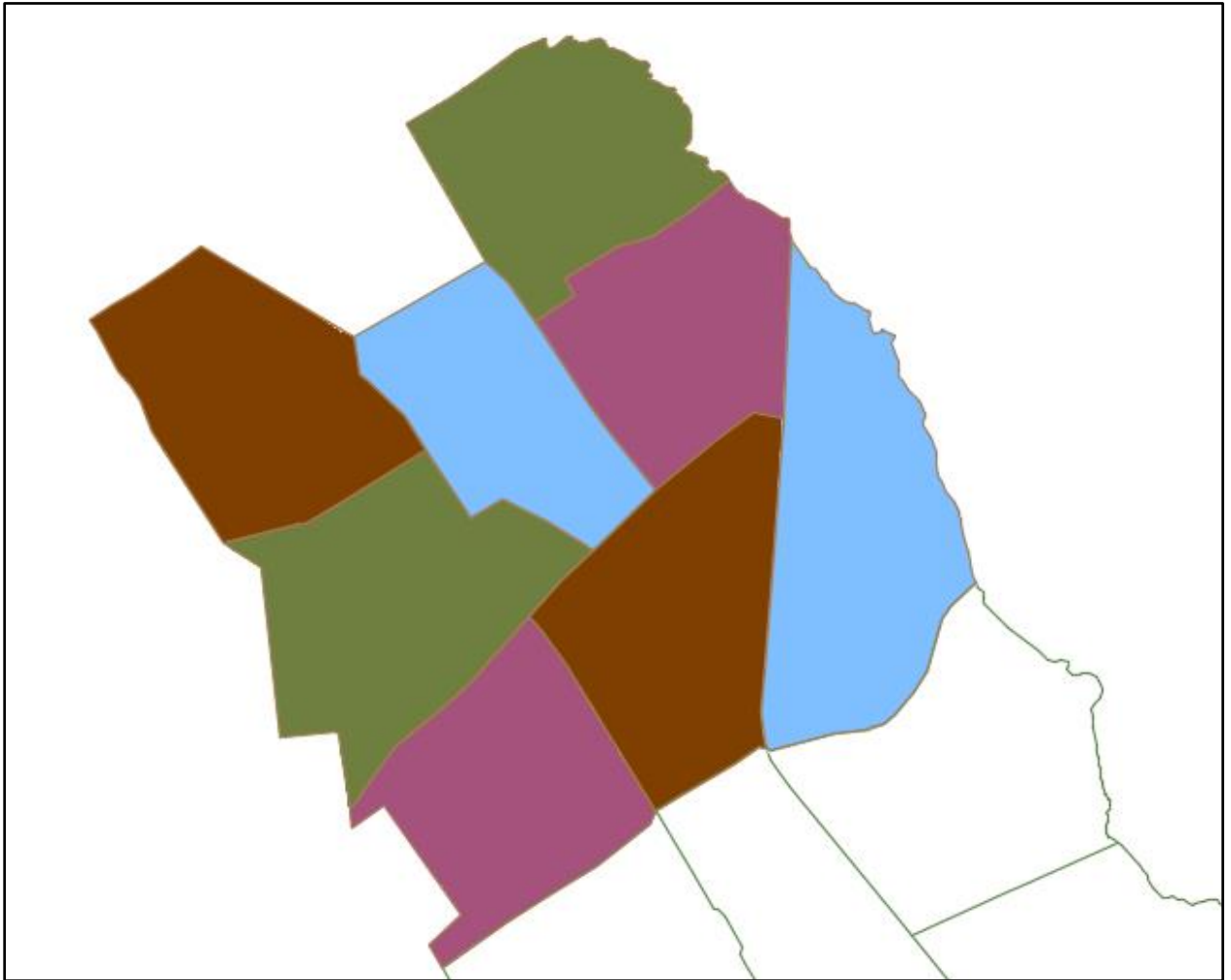
No clasificado.

Frase(s) 3 : S22 : No respirar el polvo.
 S24/25 : Evítese el contacto con los ojos y la piel.

LOBA CHEMIE PVT.LTD.
 107 Wode House Road, Jehangir Villa, Colaba 400005 Mumbai INDIA
 Contact: +91 22 6663 6663 / Fax +91 22 6663 6666 / info@lobachemie.com
 Safety Officer: + 91 98213 31336 / + 91 98214 86040 / safety@lobachemie.com

7. ANEXOS

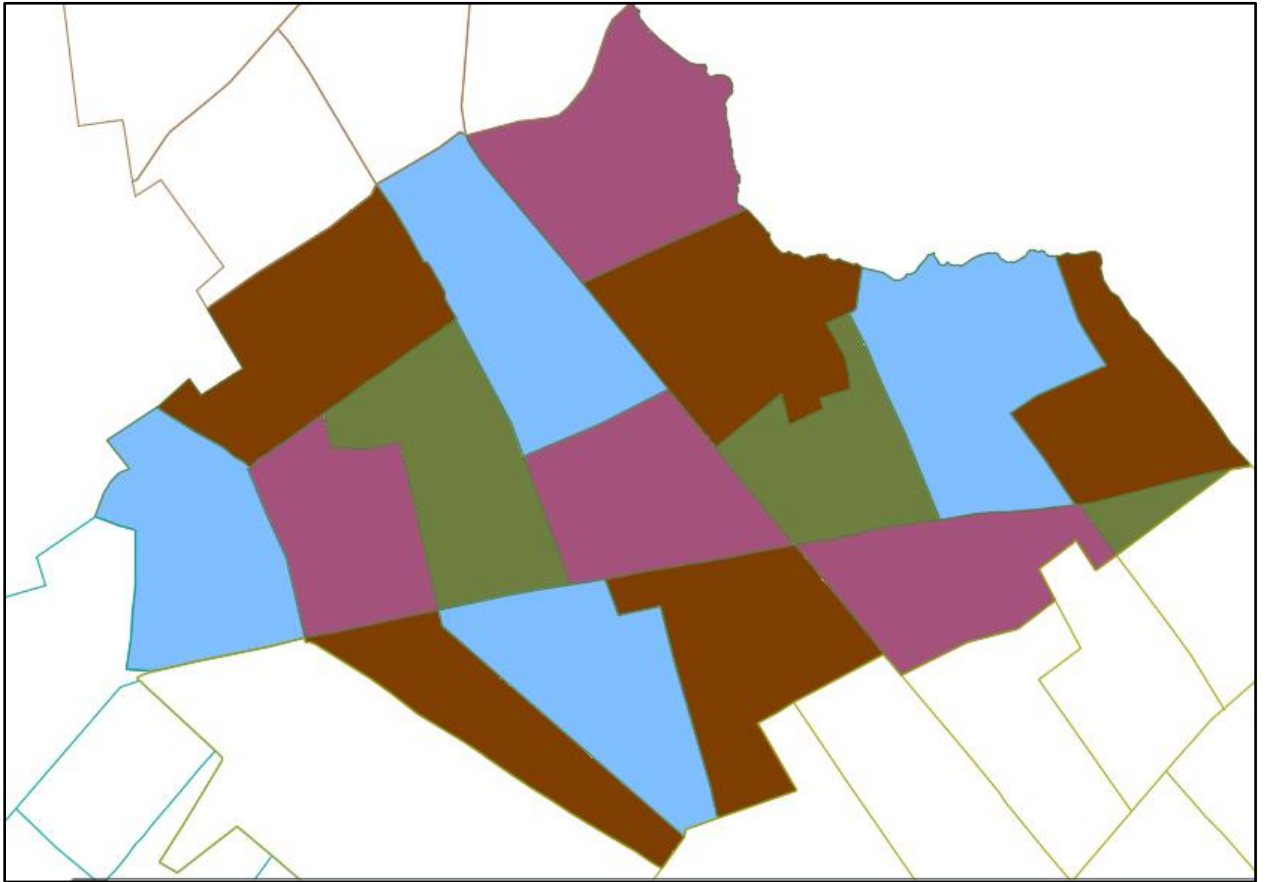
7.1. ANEXO 1 Esquema Red El Tratamiento



Fuente: Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de la ciudad de Riobamba

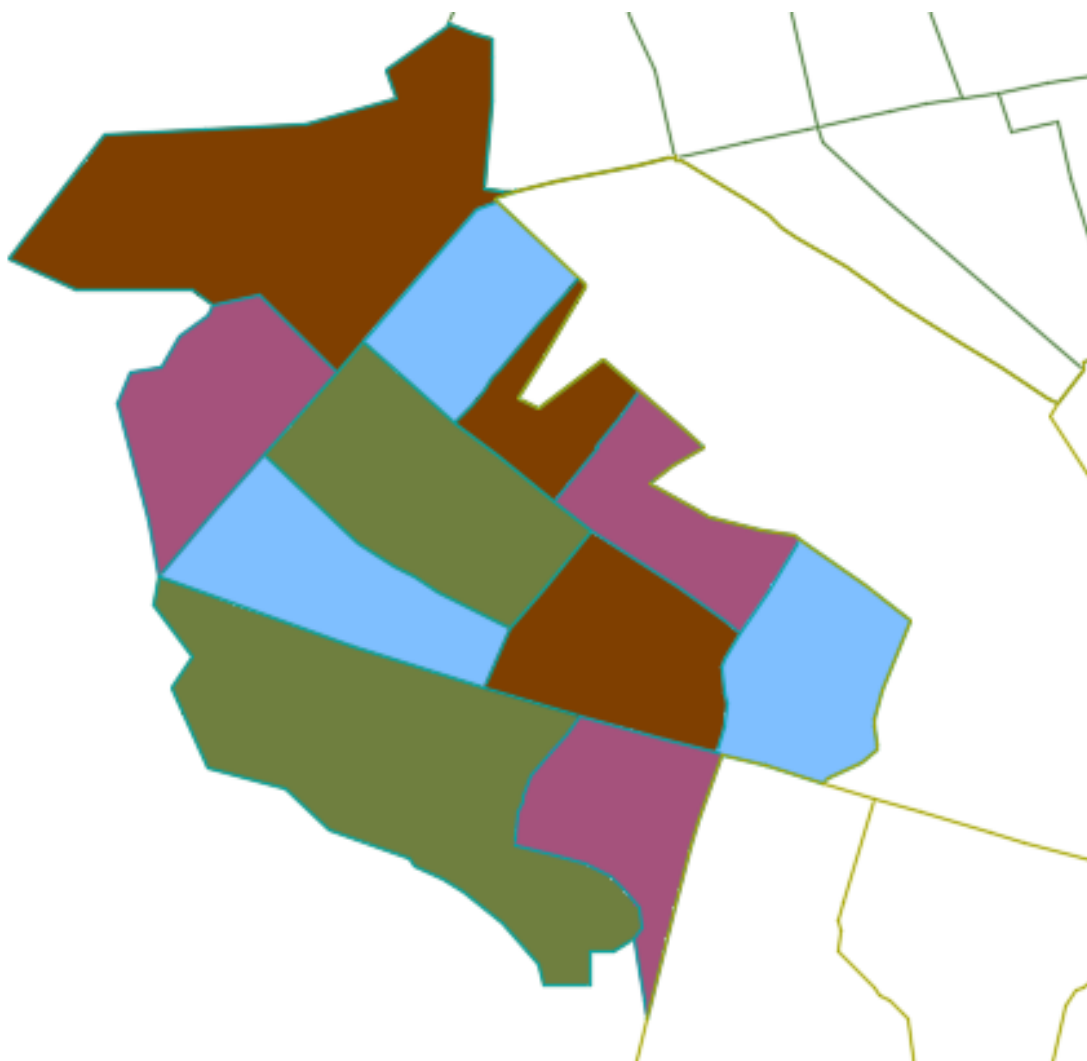
(EP-EMAPAR)

7.2. ANEXO 2 Esquema Red Tapi



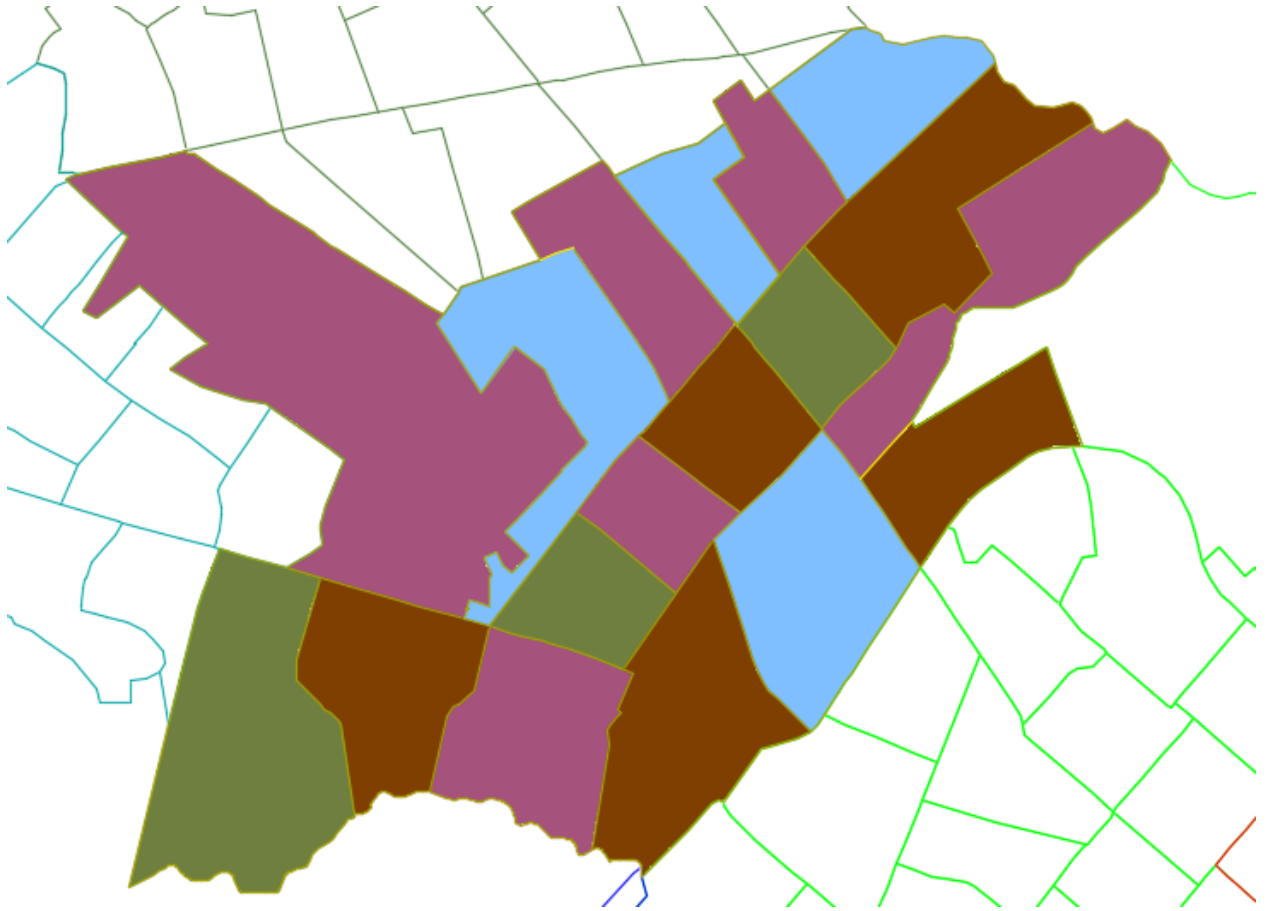
Fuente: Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de la ciudad de Riobamba
(EP-EMAPAR)

7.3. ANEXO 3 Esquema Red El Recreo



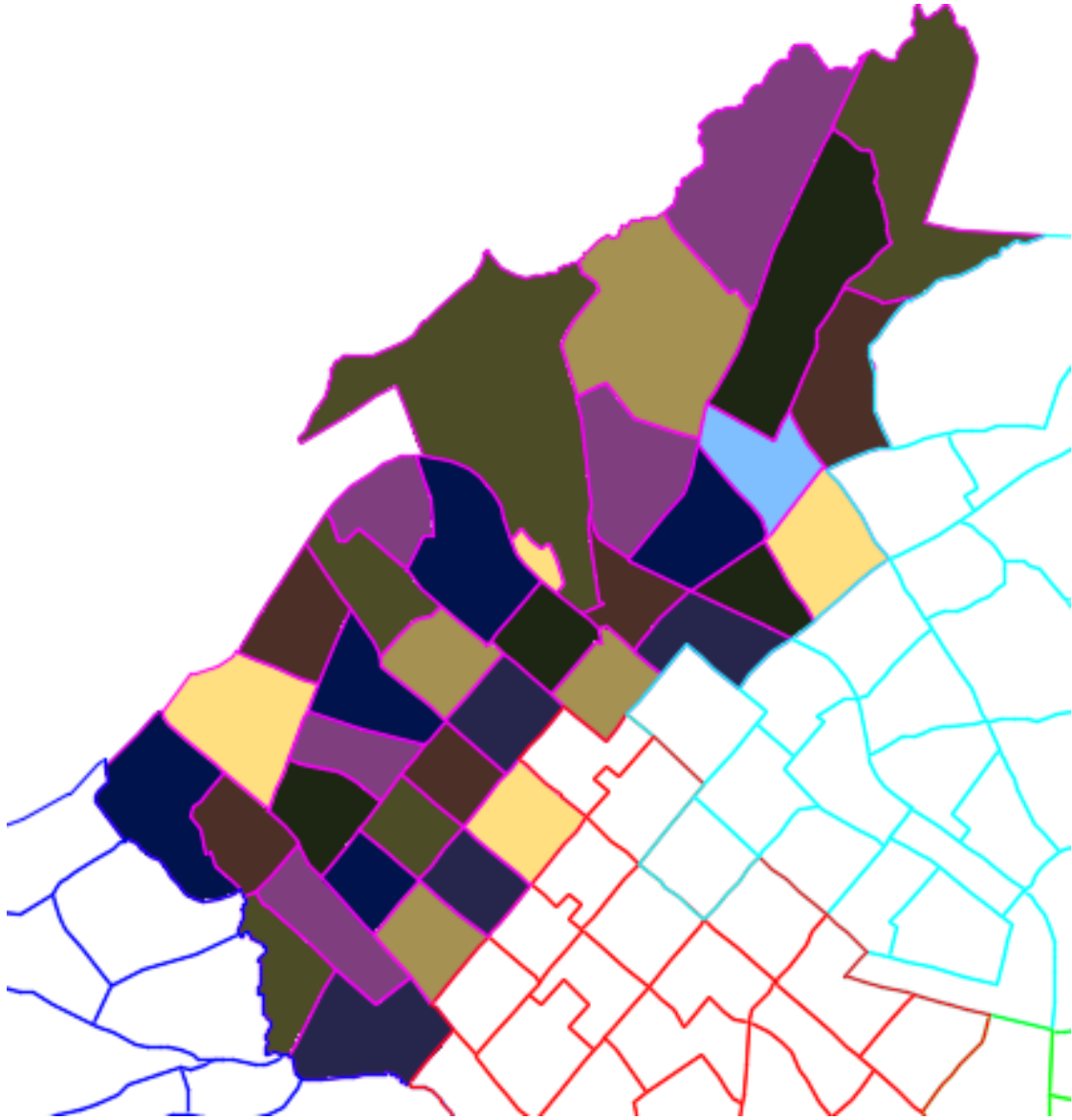
Fuente: Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de la ciudad de Riobamba
(EP-EMAPAR)

7.4. ANEXO 4 Esquema Red El Carmen



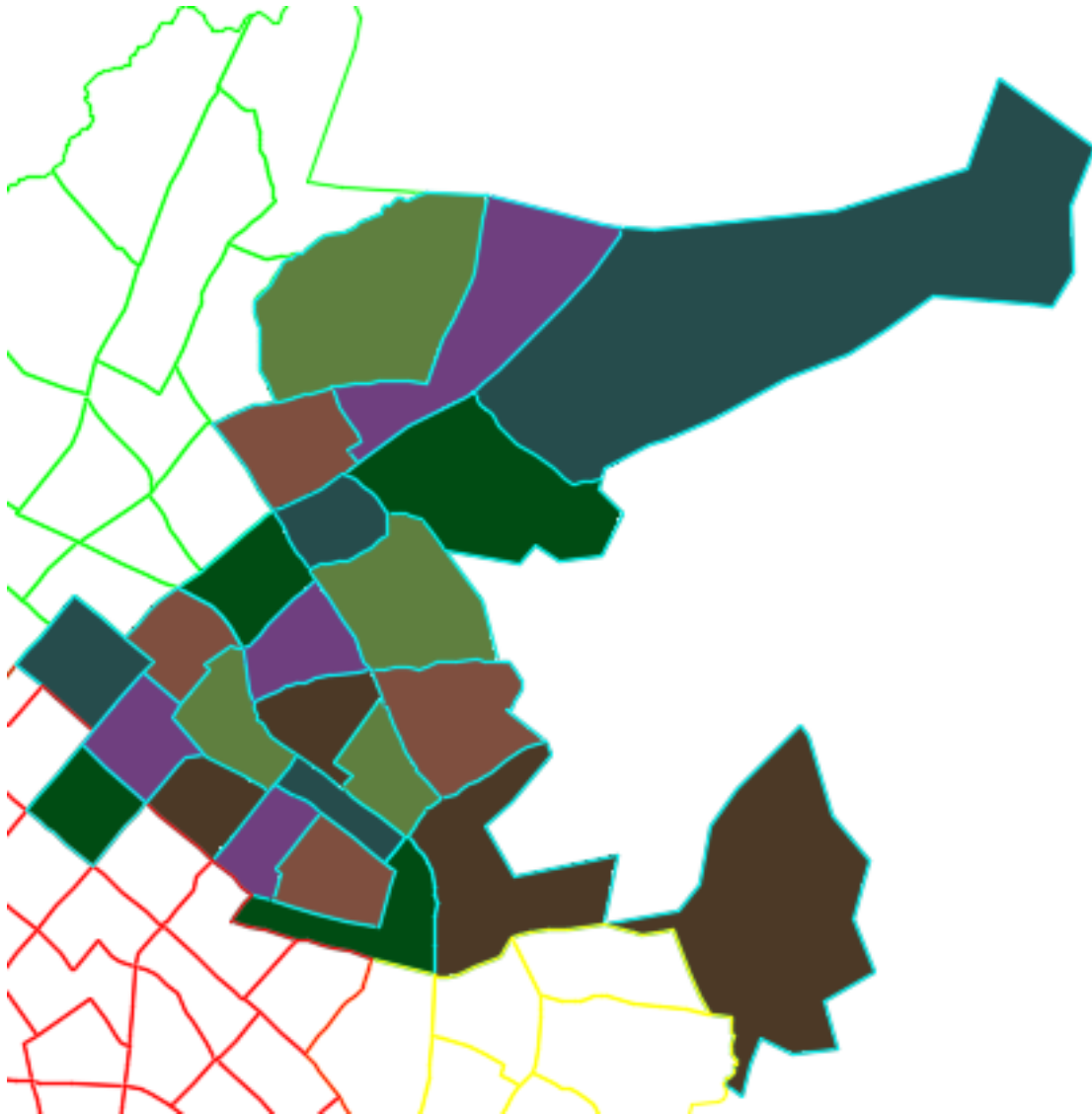
Fuente: Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de la ciudad de Riobamba
(EP-EMAPAR)

7.5. ANEXO 5 Esquema Red Saboya



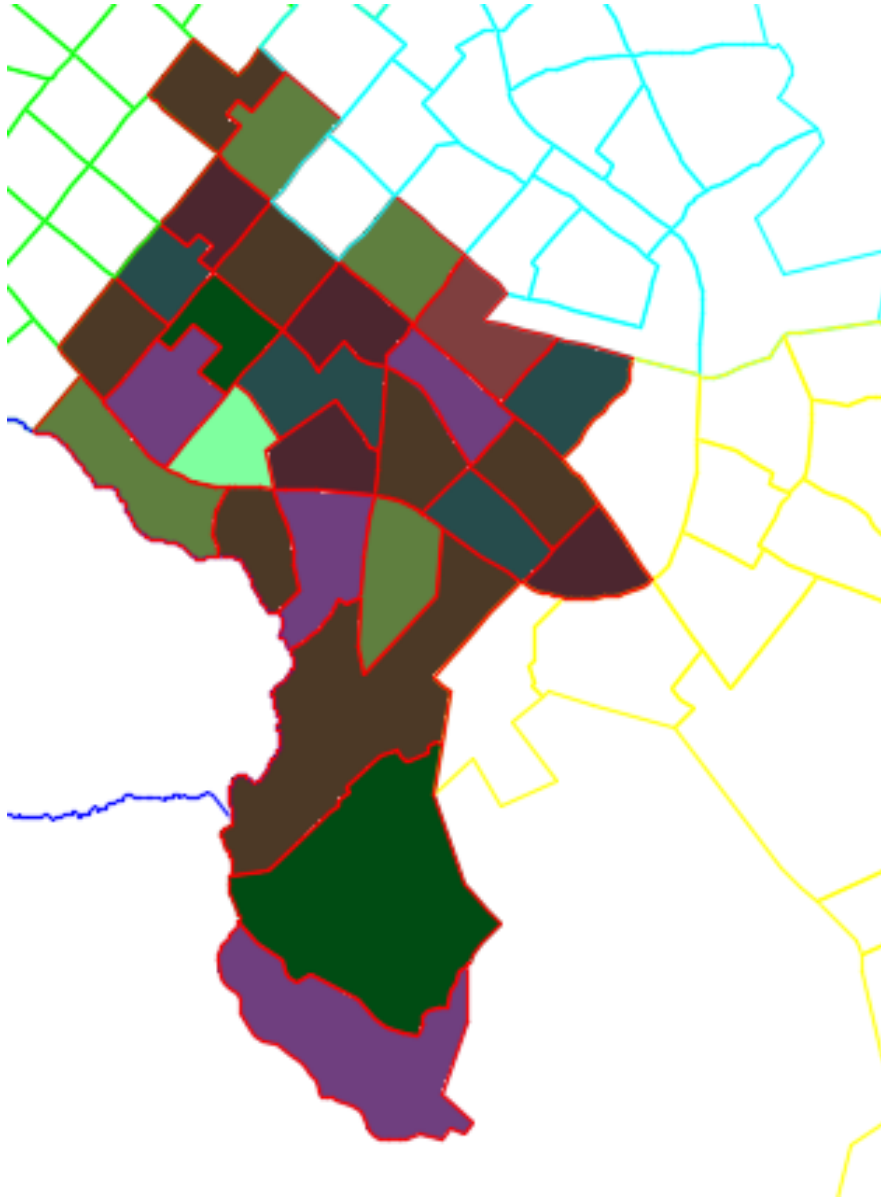
Fuente: Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de la ciudad de Riobamba
(EP-EMAPAR)

7.6. ANEXO 6 Esquema Red San Martín de Veranillo



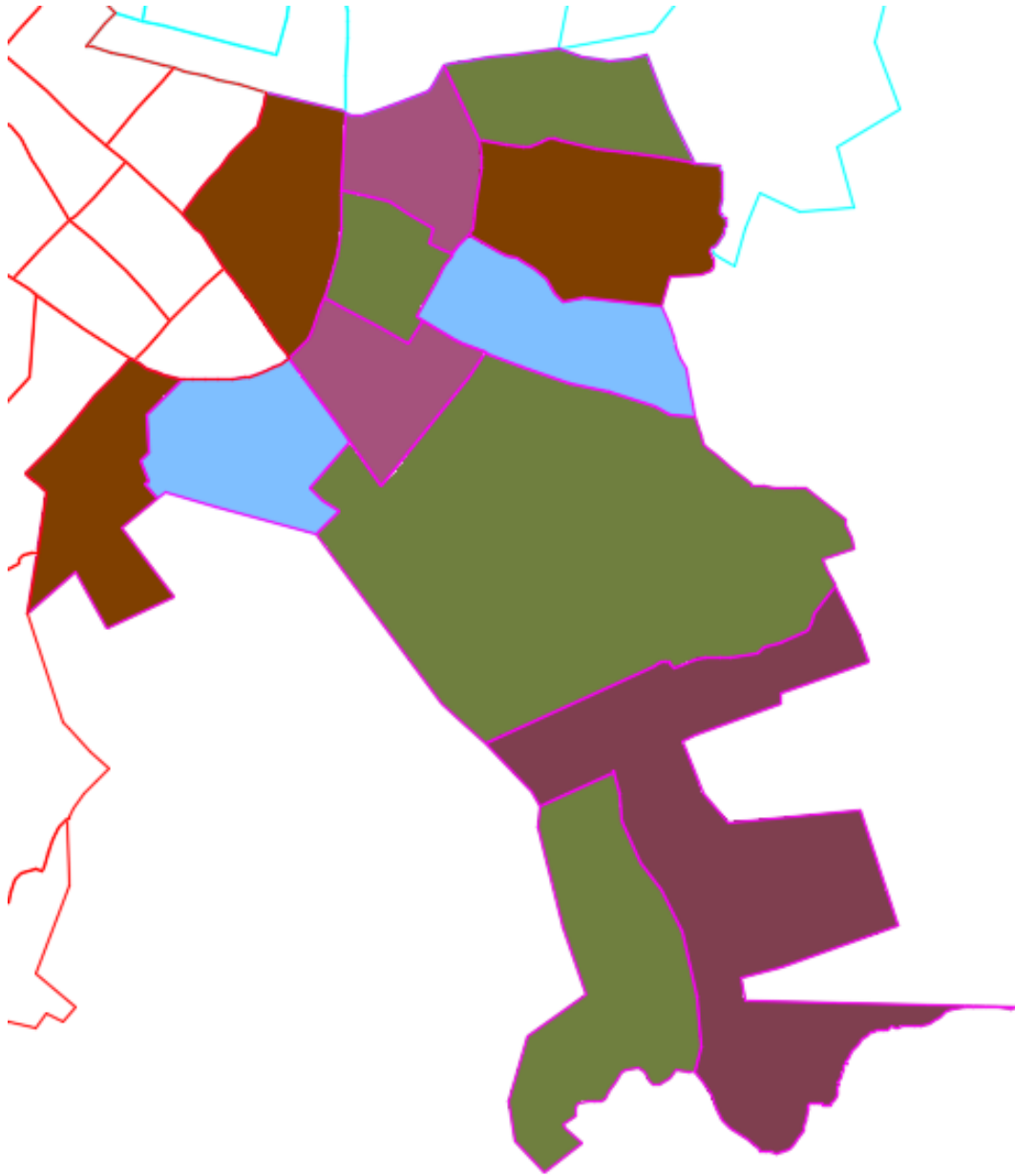
Fuente: Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de la ciudad de Riobamba
(EP-EMAPAR)

7.7. ANEXO 7 Esquema Red Maldonado



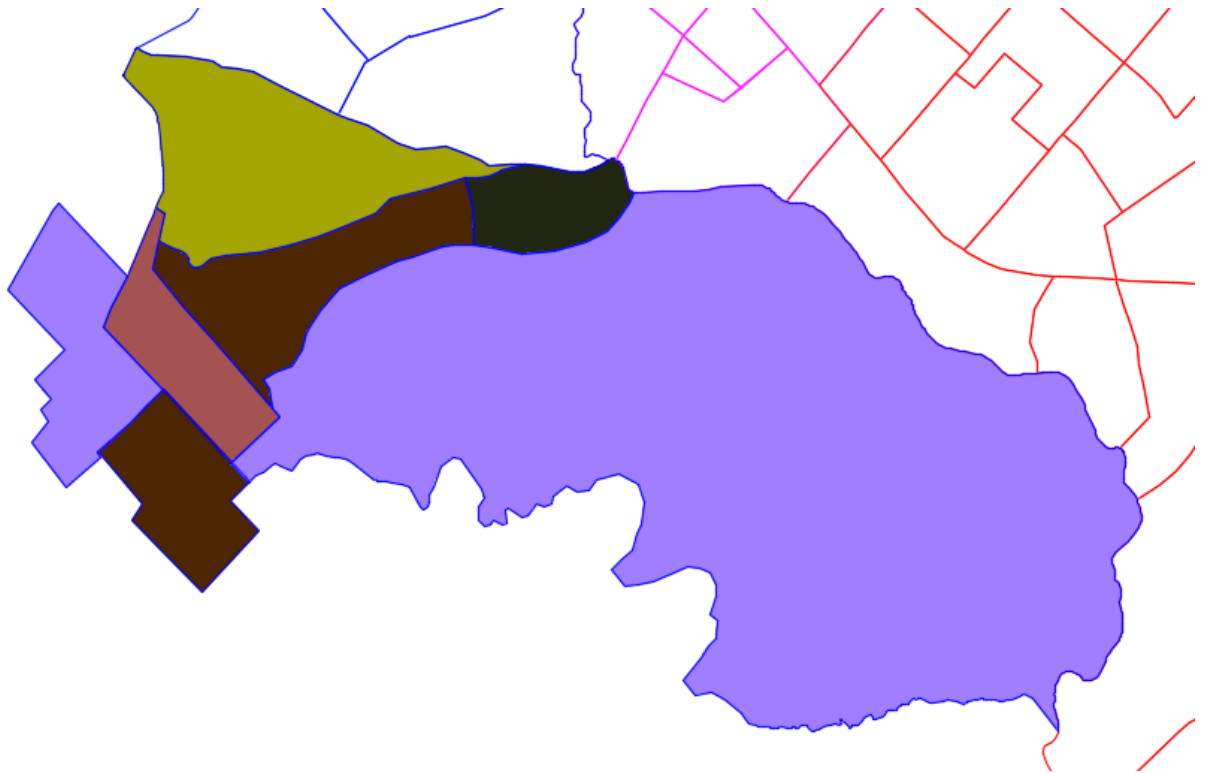
Fuente: Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de la ciudad de Riobamba
(EP-EMAPAR)

7.8. ANEXO 8 Esquema Red Piscin



Fuente: Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de la ciudad de Riobamba
(EP-EMAPAR)

7.9. ANEXO 9 Esquema Red Yaruquies



Fuente: Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de la ciudad de Riobamba
(EP-EMAPAR)

7.10. Anexo 10 Ensayos de laboratorio





Fuente: Laboratorio de Investigación (Calidad de aguas) ESPOCH 2024