



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

**SEDE GUAYAQUIL**

**CARRERA INGENIERÍA AMBIENTAL**

**CONSTRUCCIÓN DE UN FILTRO PILOTO PARA REDUCIR LA CONTAMINACIÓN POR  
MICROPLÁSTICO EN LAS AGUAS DEL PARQUE HISTÓRICO DE SAMBORONDÓN**

Trabajo de titulación previo a la obtención del

Título de Ingeniero Ambiental

**AUTORES:**

RICARDO ALBERTO BARROS LEÓN

MARIA CRISTINA CASTRO MORÁN

**TUTOR:**

NÉSTOR MARCELO BERRONES RIVERA

**GUAYAQUIL-ECUADOR**

**2024**

## CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Ricardo Alberto Barros León con documento de identificación No. 0941003774 y María Cristina Castro Morán con documento de identificación No. 0958791303; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Guayaquil, 26 de febrero del 2024

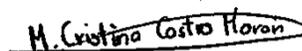
Atentamente,



---

Ricardo Alberto Barros León

C.I. No. 0941003774



---

María Cristina Castro Morán

C.I. No. 0958791303

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE  
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, Ricardo Alberto Barros León con documento de identificación No. 0941003774 y María Cristina Castro Morán con documento de identificación No. 0958791303 , expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del trabajo experimental: **“CONSTRUCCIÓN DE UN FILTRO PILOTO PARA REDUCIR LA CONTAMINACIÓN POR MICROPLÁSTICO EN LAS AGUAS DEL PARQUE HISTÓRICO DE SAMBORONDÓN”**, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingenieros Ambientales, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 26 de febrero del 2024

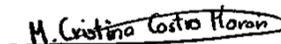
Atentamente,



---

Ricardo Alberto Barros León.

C.I. No. 0941003774



---

María Cristina Castro Moran.

C.I. No. 0958791303

## CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, **Néstor Marcelo Berrones Rivera** con documento de identificación No. 0914078290, docente de la Universidad Politécnica Salesiana de Guayaquil, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **“CONSTRUCCIÓN DE UN FILTRO PILOTO PARA REDUCIR LA CONTAMINACIÓN POR MICROPLÁSTICO EN LAS AGUAS DEL PARQUE HISTÓRICO DE SAMBORONDÓN”**, realizado por Ricardo Alberto Barros León con documento de identificación No. 0941003774 y por María Cristina Castro Morán con documento de identificación No. 0958791303, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción trabajo experimental que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 26 de febrero del 2024

Atentamente,



---

Ing. Néstor Marcelo Berrones Rivera

C. I. No. 091407829

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de investigación es para todas aquellas personas que me han apoyado a lo largo de mi carrera universitaria en especial se lo dedico a mi madre María Elena Moran y a una persona importante Yolanda Mora ya que han estado en mi crecimiento tanto personal como académico ya que han sido mi apoyo y mi pilar fundamental en todos estos años de estudio.

En especial a Rina Mora la cual fue como una segunda madre y aunque no este ahora le dedico este trabajo.

## **AGRADECIMIENTO**

Al concluir esta etapa universitaria quiero extender un profundo agradecimiento a mi directora de carrera la Ing. Carmen Palacios y al PhD. Virgilio Ordoñez por toda la dedicación que nos prestó durante todos estos años de enseñanza y para la realización de este trabajo de investigación.

En especial a nuestro tutor de tesis el Ing. Marcelo Berrones por ser nuestra guía y quien nos brindó sus conocimientos para que este trabajo se llevara a cabo de forma correcta.

María Cristina Castro Moran

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis con todo mi corazón.

A mis padres Luis Barros Arguello y Zoila León de Barros que han sido mi apoyo incondicional desde que empecé a cursar la carrera hasta el día de hoy.

A mis hermanos por siempre estar apoyándome en mis altos y bajos.

Gratitud a mi abuelita Dora que siempre estuvo detrás de mis estudios y aconsejándome para siempre ser un hombre de bien.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por darme vida y sabiduría que he necesitado día a día para poder lograr mis objetivos.

A mi familia por siempre ser mi apoyo incondicional.

A cada profesor que formó parte de este proceso universitario en especial al Ing. Virgilio Ordoñez y a la Ing. Carmen palacios quienes han sido padre y madre dentro de este establecimiento.

A la Universidad Politécnica Salesiana por darme las enseñanzas para en un futuro desempeñarlas como un excelente profesional.

A mi tutor de tesis el Ing. Marcelo Berrones, quien ha sido un soporte en estos últimos semestres siendo un excelente profesional.

A mis pocos compañeros de clases que han sido un equipo desde que inicie esta carrera profesional, han estado siempre para mí en cualquier circunstancia.

Ricardo Alberto Barros León

## **RESUMEN**

Debido a su constante descomposición los microplásticos se han convertido en un tema de preocupación.

La mayoría de los estudios se han centrado en los océanos para demostrar su impacto negativo. Es común pensar que los manglares y los ríos son importantes fuentes de microplásticos. Debido a las características particulares de las partículas, como su tamaño, peso y cantidad, hay muy pocos estudios realizados a nivel mundial sobre este tema.

El objetivo principal del presente proyecto de investigación es proporcionar información actualizada sobre la presencia de microplásticos (MPs) y su abundancia en aguas superficiales y agua potabilizada del Parque Histórico, para ello se efectuaron 8 pruebas, las cuales se analizaron con los métodos de microfiltración al vacío, microscopía estereoscópica. Los resultados del conteo indicaron un total de 75 MPs con tamaño promedio de 0.190 a 1.250mm en muestras de aguas; los parámetros físico-químicos en aguas demostraron que gran parte de las estaciones presentaron valores aceptables para la presencia de vida, con rangos de 29.7°C a 32.2°C para la temperatura, valores de 6.5 a 7.57 para el potencial de hidrógeno (pH), valores de 196 a 325mmhos/cm en conductividad y datos de 6.09 a 9.07 para la cantidad de oxígeno disuelto (OD).

El filtro piloto eliminó el 87% del microplástico.

Palabras clave: microplástico, microfiltración al vacío, microscopía estereoscópica.

## **ABSTRACT**

Due to their constant decomposition, microplastics have become a matter of concern.

Most studies have focused on the oceans to demonstrate their negative impact. It is common to think of mangroves and rivers as important sources of microplastics. Due to the particular characteristics of particles, such as their size, weight, color, and quantity, there are very few studies conducted globally on this topic.

The main objective of this research project is to provide updated information on the presence of microplastics (MPs) and their abundance in surface waters and potable water of the Historical Park, for these 8 tests were carried out, which were analyzed with the methods of vacuum microfiltration, stereoscopic microscopy. The results of the count indicated a total of 75 MPs with average size from 0.190 to 1.250mm in water samples; the physicochemical parameters in water showed that most of the stations presented acceptable values for the presence of life, with ranges from 29.7°C to 32.2°C for temperature, values from 6.5 to 7.57 for hydrogen potential (pH), values from 196 to 325mmhos/cm in conductivity and data from 6.09 to 9.07 for the amount of dissolved oxygen (DO).

The pilot filter removed 87% of the microplastic.

Keywords: microplastic, vacuum microfiltration, stereo microscopy.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1	PROBLEMA DE ESTUDIO .....	1
1.2	JUSTIFICACIÓN .....	2
1.3	DELIMITACIÓN .....	3
1.3.1	Delimitación temporal .....	5
1.4	OBJETIVOS .....	5
1.4.1	Objetivo general.....	5
1.4.2	Objetivos específicos .....	5
1.5	MARCO HIPOTÉTICO .....	6
1.5.1	Hipótesis general.....	6
1.5.2	Hipótesis específica .....	6
2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....	7
2.1	MARCO TEORICO.....	7
2.1.1	Plásticos .....	7
2.1.2	Producción de plásticos.....	7
2.1.3	Tipos de polímeros más comunes: .....	9

2.1.4	Microplástico .....	11
2.1.5	Microplástico de origen primario.....	12
2.1.6	Microplástico de origen secundario .....	12
2.1.7	Toxicidad de los microplástico en la fauna y flora .....	12
2.1.8	Toxicidad de los microplástico en el ser humano .....	13
2.1.9	Presencia de microplástico en océanos, mares y ríos .....	13
2.1.10	Contaminación en el Río Daule .....	14
2.1.11	Aguas Superficiales .....	15
2.1.12	Microscopio Estereoscopio .....	15
2.2	PARAMETROS DE EVALUACION DE AGUAS SUPERFICIALES .....	15
2.2.1	Temperatura .....	15
2.2.2	Potencial de Hidrógeno.....	16
2.2.3	Sólidos Disueltos Totales.....	16
2.2.4	Color .....	17
2.2.5	Conductividad.....	17
2.3	MARCO LEGAL.....	18
3	METODOLOGÍA.....	21
3.1	Unidad de análisis .....	22
3.2	Materiales y equipos .....	22

3.3	Muestreo .....	23
3.3.1	Recolección de muestras de aguas superficiales.....	23
3.3.2	Determinación de parámetros fisicoquímicos en aguas superficiales.....	23
3.4	Análisis de laboratorio .....	25
3.4.1	Preparación de solución saturada de NaCl.....	25
3.4.2	Separación y aislamiento de microplástico en muestras de agua.....	26
3.4.3	Extracción de los microplástico .....	27
3.4.4	Determinación y medición de microplástico en aguas superficiales .....	28
3.5	Diagrama de flujo de la metodología aplicada .....	29
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	30
4.1	Identificación de actividades antrópicas realizadas en los puntos monitoreados .....	30
4.2	Cuantificación de microplástico .....	31
4.3	Tamaño de microplástico en aguas superficiales.....	32
4.4	Abundancia relativa de los Microplástico en muestras de agua .....	34
4.5	Afectación de la fauna silvestre en el parque Histórico.....	35
4.6	Prototipo del Filtro Piloto.....	36
4.6.1	Materiales para elaboración del Filtro Piloto .....	37
4.6.2	Diseño interior del filtro piloto.....	37
4.7	Análisis de parámetros físicos antes y después de la filtración.....	39

4.8 Efectividad del filtro.....	40
4.9 Hipótesis.....	41
5 CONCLUSIONES.....	43
6 RECOMENDACIONES .....	44
7 BIBLIOGRAFÍA.....	45
8 ANEXOS.....	50

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Mapa satelital Parque Histórico por Google Earth .....	3
Figura 2 Coordenadas del Punto 1 .....	4
Figura 3 Coordenada del Punto 2.....	4
Figura 4 Preparación de solución saturada de Na Cl .....	25
Figura 5 Reposo de muestras de aguas con solución de NaCl.....	26
Figura 6 Equipo de microfiltración al vacío .....	27
Figura 7 Determinación de tamaño de microplástico .....	28
Figura 8 Autopsia de un cibinae y extracción de microplástico en las viseras .....	35
Figura 9 Autopsia de una Nasua encontrando microplástico en hígado e intestinos .....	36
Figura 10 Filtro piloto para microplástico .....	38
Figura 11 Filtro piloto en funcionamiento .....	38
Figura 12 Porcentaje de efectividad de resultados del agua captada del Río Daule .....	40
Figura 13 . Porcentaje de resultados del agua potable proveniente de la Puntilla .....	41

## **INDICE DE TABLA**

Tabla 1. Área de estudio .....	5
Tabla 2. Polímeros de adición de uso frecuente .....	9
Tabla 3. Polímeros de condensación de uso frecuente .....	10
Tabla 4. Peso de partículas por kilogramo del Río Daule.....	31
Tabla 5. Peso de partículas por kilogramo del agua potable de la puntilla.....	31
Tabla 6. Clasificación de plástico en base a su tamaño .....	32
Tabla 7. Tamaño de microplástico en las aguas superficiales .....	33
Tabla 8. Resultados del agua captada del Río Daule .....	39
Tabla 9. Resultados del agua potable proveniente de la Puntilla.....	39
Tabla 10. CRITERIO DE CALIDAD DE AGUAS PARA USO PECUARIO .....	60
Tabla 11. Características físicas, sustancias inorgánicas y radioactivas.....	61

## INDICE DE ANEXO FOTOGRAFICO

Anexo Fotográfico 1. Bombas que extraen el agua del río Daule y que se conectan con las cisternas.....	50
Anexo Fotográfico 2. Abrir llave de Bomba de Agua que conectan con el Río Daule para recolección de agua.....	50
Anexo Fotográfico 3. Recolección de muestra de Bomba de Agua que conecta con el Río Daule. .....	51
Anexo Fotográfico 4. Tuberías de Bomba de Agua que van hasta la cisterna para su llenado. ...	51
Anexo Fotográfico 5. Revisión de manómetro para ver presión de agua en Bomba de Agua que conecta con el Río Daule .....	52
Anexo Fotográfico 6. Recolección de muestra de Bomba de Agua que conecta con el Río Daule. .....	52
Anexo Fotográfico 7. Bombas de Agua que conectan con el agua potable de la puntilla. ....	53
Anexo Fotográfico 8. Recolección de muestra de agua potable proveniente de la Puntilla. ....	53
Anexo Fotográfico 9. Segunda Recolección de muestra de agua potable proveniente de la Puntilla .....	54
Anexo Fotográfico 10. Cisterna de Agua potable proveniente de la puntilla .....	54
Anexo Fotográfico 11. Medición de ph. ....	55
Anexo Fotográfico 12. Medición de oxígeno disuelto.....	55
Anexo Fotográfico 13. Proceso para determinar el tipo de polímero. ....	56

Anexo Fotográfico 14. Proceso para la extracción de microplástico.....	56
Anexo Fotográfico 15. Fibra de microplástico P1. ....	57
Anexo Fotográfico 16. Fibra de microplástico P2. ....	57
Anexo Fotográfico 17. Especie de fauna silvestre bebiendo agua contaminada por microplástico. .....	58
Anexo Fotográfico 18. Extracción de microplástico del hígado de una Nasua .....	58
Anexo Fotográfico 19. Filtro ubicado en bomba y se dispone a sacar muestra de agua ya con filtro instalado. ....	59
Anexo Fotográfico 20. Muestra de agua con el filtro aprueba y podemos apreciar que se eliminó el microplástico. ....	59



## **CAPITULO I**

### **1. INTRODUCCIÓN**

#### **1.1 PROBLEMA DE ESTUDIO**

Según investigaciones, los organismos de los seres vivos contienen microplástico. Se han encontrado en animales, alimentos e incluso en niños recién nacidos, pero es mucho más difícil determinar si causan daño. Los aditivos que brindan resistencia y flexibilidad a los plásticos están hechos de una compleja combinación de productos químicos. Los aditivos plásticos y los químicos pueden causar daño (Stein & Parker, 2022).

La contaminación proveniente de los desechos plásticos es una preocupación importante en todo el mundo. Desde su creación hasta la actualidad, se han generado alrededor de 8 mil millones de toneladas de este material. Aunque el plástico ha contribuido significativamente al progreso tecnológico, el costo a pagar puede resultar en niveles descontrolados de contaminación y posibles desastres ambientales en las próximas décadas, Esto se debe a que la degradación del plástico en la naturaleza es un proceso tardío y el principal factor es la luz ultravioleta, que daña las estructuras del plástico y reduce el tamaño del desecho, llegando incluso a medidas menores a 5 mm. Según los estudios, hay alrededor de 8 millones de toneladas métricas de microplástico y 1,5 millones de toneladas métricas de microplástico (Lau, Shiran, & Bailey, 2020).

Hoy en día no se está realizando una adecuada gestión de tratamiento de los microplástico debido a su reducido tamaño por esta razón aparecen de manera descontrolada por ríos, mares y océanos (Abbas, 2021).

Los microplásticos tienen un impacto negativo en muchos de los animales que viven en estas áreas o cerca de ellas, especialmente peces, aves, mamíferos e invertebrados. En el caso de pequeños invertebrados (zooplancton, fitoplancton, etc.), ingieren microfibras y microesferas en suspensión pensando que son alimentos porque normalmente hay restos orgánicos en suspensión de los que se nutren (Abbas, 2021).

Por lo tanto, los seres vivos son consumidos por otros animales como peces, moluscos, aves y mamíferos de mayor tamaño, lo que provoca la acumulación de microplásticos en sus sistemas digestivos hasta que su organismo no puede soportar la toxicidad de estos elementos, lo que lleva a la muerte y la disminución de la biodiversidad. Ahora, los expertos están preocupados por los efectos que puede tener el consumo de microplástico de estos animales (Abbas, 2021).

Estos plásticos diminutos se sintetizaron hace más de cuarenta años, sin embargo, todavía se encuentran en el medio marino de forma constante. Aunque ya debería haberse implementado una gestión que contemple la disminución de esta gran cantidad de componentes, el mundo parece ignorar las graves consecuencias de la contaminación de mares y océanos, por lo que aún faltan muchas medidas de regulación (Abbas, 2021).

Y al momento existe presencia de microplástico en el agua de la fuente de agua dulce que está afectando la salud de los animales que se encuentren en el parque histórico.

## **1.2 JUSTIFICACIÓN**

En la actualidad, pocas investigaciones se han publicado sobre la presencia de microplástico en las aguas del Río Daule y del agua potabilizada del sector de la puntilla, y las únicas que se han publicado se enfocan en cómo estos elementos afectan el sistema digestivo de los seres vivos. Por lo tanto, es crucial llevar a cabo esta investigación para determinar la presencia de microplástico

en aguas superficiales.

Por lo tanto, para obtener resultados precisos en el laboratorio, esta investigación utilizará métodos estandarizados y servirá para identificar y cuantificar la presencia de microplástico en las aguas que llegan al parque y una manera para minimizar esta contaminación es el construir un filtro piloto para mitigar la presencia de microplástico en las aguas del Parque Histórico.

### 1.3 DELIMITACIÓN

La ubicación del punto de muestreo está localizada en la provincia del Guayas, en la ciudad de Samborondón, escogiendo estos sitios por la información obtenida en investigaciones ya realizadas sobre la gran cantidad de desechos plásticos.

El área de estudio que se ha delimitado son las aguas del Parque Histórico de Samborondón, que llegan del Rio Daule y del agua potabilizada del sector de la puntilla.

Figura 1 Mapa satelital Parque Histórico por Google Earth



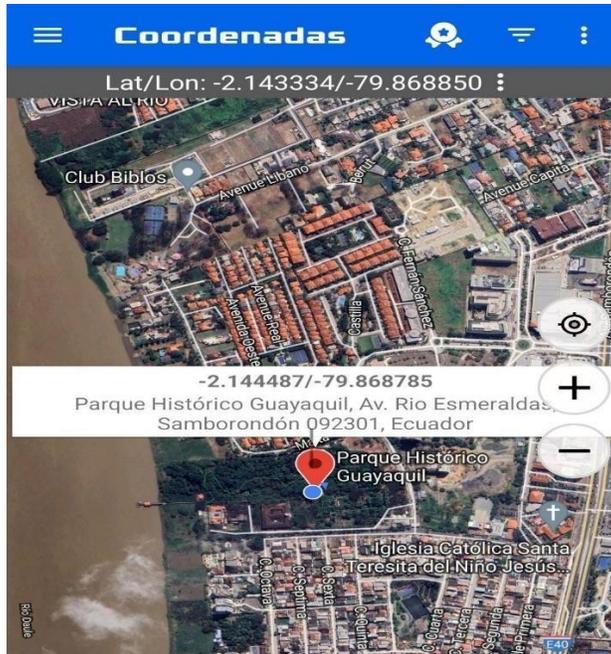
Fuente: Google Earth

Figura 2 Coordenadas del Punto 1



Fuente: mapa de coordenadas GPS

Figura 3 Coordenada del Punto 2



Fuente: mapa de coordenadas GPS

**Tabla 1. Área de estudio**

<b>Puntos</b>	<b>Ubicación</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
<b>1</b>	Río Daule	-2.143692	-79.870778
<b>2</b>	Agua Potable de la Puntilla	-2.144487	-79.868785

*Fuente: Ricardo y Cristina 2024.*

### **1.3.1 Delimitación temporal**

La investigación posterior se llevó a cabo durante un período de cuatro meses, comenzando en octubre de 2023 y terminando en febrero de 2024. Los primeros meses se dedicaron a la planificación de la investigación y la revisión del marco teórico. El tiempo restante correspondió a la segunda etapa, que consistió en muestrear los puntos que fueron enviados al laboratorio para su posterior análisis, se creó un filtro piloto y al se verificó la disminución de los microplásticos en las aguas del Parque Histórico.

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 Objetivo general**

Construir un filtro piloto mediante materiales disponibles en el medio para minimizar la presencia de microplástico en las aguas del parque histórico.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Identificar el tamaño del microplástico mediante pruebas experimentales para su reconocimiento.
- Elaborar un sistema filtrante mediante inspecciones en el punto de muestreo para la disminución de microplástico en las aguas del Parque Histórico.
- Realizar pruebas con el filtro mediante ensayos físicos para identificar la efectividad del filtro.

## **1.5 MARCO HIPOTÉTICO**

### **1.5.1 Hipótesis general**

¿Cómo se podrá minimizar la presencia de microplástico en las aguas del Parque Histórico?

### **1.5.2 Hipótesis específica**

¿Cuáles son los tipos de microplástico presentes en las aguas del Parque Histórico?

¿Medio filtrante que se utilizará para la extracción de microplástico en las aguas del parque Histórico?

¿De qué manera se podrá evaluar que hay una disminución de microplástico en las aguas del Parque Histórico?

## **CAPITULO II**

### **2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

#### **2.1 MARCO TEORICO**

##### **2.1.1 Plásticos**

Los plásticos son polímeros capaces de moldearse mediante el uso de calor y presión. Combinada con otras características como baja densidad, baja conductividad eléctrica, transparencia y dureza, esta capacidad de adaptación permite la fabricación de una amplia gama de productos a partir de este material. Después de que alcanzan el estado que define a los materiales conocidos como plásticos, son ligeros y bastante resistentes a la degradación (Pérez & Gardey, 2022).

##### **2.1.2 Producción de plásticos**

Este material fue introducido a los mercados en el siglo XIX y a lo largo de los años, sus propiedades se han modificado para usarlo para una variedad de propósitos. Actualmente podemos identificar siete tipos de plástico según la composición de su estructura interna (Editorial RSyS, Plásticos: qué son, características, tipos y reciclaje, 2021).

La mayoría de los plásticos son fabricados a partir de materiales sintéticos y derivados del petróleo a través de procesos de polimerización, que son síntesis de amplias cadenas de átomos de carbono que producen una sustancia orgánica maleable en caliente y resistente al frío. También existen plásticos que no se derivan del petróleo, como los que se derivan de la celulosa, el almidón y ciertas bacterias (Ondarse, 2021).

Como resultado, se crearon dos categorías principales de plásticos: los plásticos naturales y los sintéticos. Los plásticos naturales y sintéticos a su vez se dividen en los plásticos termoestables, los elastómeros y los termoplásticos. Cada uno se puede reciclar, pero la forma en que se hace es diferente (Editorial RSyS, Plásticos: qué son, características, tipos y reciclaje, 2021).

La celulosa o las proteínas de origen vegetal o animal se utilizan como materia prima cuando se habla de un polímero natural. El petróleo, que pasa por un proceso de transformación química, es la principal fuente de polímeros sintéticos. La repetición constante de unidades químicas llamadas monómeros que se enlazan mediante la polimerización es la característica principal de los polímeros. Las dos formas de polimerización son la adición y la condensación. La primera se distingue por la unión y repetición del mismo tipo de monómero sin liberar subproductos. En la segunda, se produce otra reacción que produce subproductos como alcohol y agua (Ondarse, 2021). De acuerdo a cómo los polímeros reaccionan al calor, estos se pueden clasificar en: Los termoplásticos, sensibles a la temperatura ya que con el calor se ablandan y con el frío se endurecen como lo son el Policarbonato (PC), Polietileno (PE), Polietileno tereftalato (PET) o el Policloruro de vinilo (PVC). Los termoestables, cuando se moldean ya no pueden ablandarse, como lo son el Epóxido (EP), Fenol-formaldehído (PF), Poliuretano (PUR), o las Resinas de poliéster insaturado (UP) (Hita, 2022).

### 2.1.3 Tipos de polímeros más comunes:

Las Tablas 1 y 2 muestran polímeros de adición y condensación frecuentemente utilizados, así como sus abreviaturas y repeticiones estructurales. Se muestran las estructuras de los polímeros de adición, como el polietileno, el polipropileno, el poliestireno, el poliacrilonitrilo, el polimetilmetacrilato y el polibutadieno. Se muestran las estructuras de poliéster, poliamida, policarbonato, polietilenterftalato, poliuretano y resina de fenol-formaldehído para polímeros de condensación (Beltran & Marcilla, 2011).

**Tabla 2. Polímeros de adición de uso frecuente**

Polímero	Abreviatura	Unidad de repetición
Polietileno	PE	$-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$
Polipropileno	PP	$-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-$
Poliestireno	PS	$-\text{CH}_2-\underset{\text{C}_6\text{H}_5}{\text{CH}}-$
Poli(cloruro de vinilo)	PVC	$-\text{CH}_2-\underset{\text{Cl}}{\text{CH}}-$
Poliacrilonitrilo	PAN	$-\text{CH}_2-\underset{\text{C}\equiv\text{N}}{\text{CH}}-$
Poli(metacrilato de metilo)	PMMA	$-\text{CH}_2-\underset{\text{COOCH}_3}{\overset{\text{CH}_3}{\text{CH}}}-$
Polibutadieno (1,4-cis)	PB	$-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-$

*Fuente: Universidad de Alicante*

**Tabla 3. Polímeros de condensación de uso frecuente**

Polímero	Abreviatura	Unidad de repetición
Poliéster		$— R — OCO — R' — COO —$
Poliamida	PA	$— NH — R — NHCO — R' — CO —$
Polycarbonato	PC	
Poli(etilen terftalato)	PET	$— CH_2 — CH_2 — OCO — \text{C}_6\text{H}_4 — COO —$
Poliuretano	PU	$— NH — COO — R — OCO — NH — R' —$
Resina de Fenol-formaldehído		

*Fuente: Universidad de Alicante*

### 2.1.3.1 Polietileno (PE)

Es uno de los polímeros más producidos y utilizados en todos los países. Debido a su versatilidad, resistencia y agilidad de procesamiento, este material ha encontrado aplicaciones en una amplia variedad de industrias, desde envases y embalajes hasta componentes automotrices y juguetes (Maldonado Saldaña, 2022).

### 2.1.3.2 Polietileno de Baja Densidad (PEBD o LDPE)

Es un polímero semirrígido que se produce a alta presión y temperatura. Su punto de fusión es de 105-115°C y su densidad oscila entre 0,910 y 0,940 g/cm<sup>3</sup>. El polietileno de alta densidad (HDPE) tiene una alta resistencia al impacto a bajas temperaturas y es transparente en forma de película delgada. Su resistencia a los alcoholes, los álcalis diluidos y los ácidos lo hace ideal para tuberías, bolsas de plástico y otros equipos de laboratorio (Rojas, 2023).

### **2.1.3.3 Polietileno de Alta Densidad (PEAD o HDPE)**

El polietileno de alta densidad, igualmente conocido como PEAD o HDPE, es un termoplástico económico que tiene una estructura lineal y un bajo grado de ramificación. Esto lo convierte en resistente a la intemperie, flexible y ceroso. Además, tiene una estructura más cristalina cuando se produce bajo bajas presiones y temperaturas. Se utiliza en recipientes rígidos, tuberías y piezas moldeadas (Maldonado Alvarez, 2023).

### **2.1.3.4 Poliestireno (PS)**

Es un polímero termoplástico, que también se conoce como vidrio plástico, cristal o plástico. Es un plástico duro que se ha convertido en uno de los más importantes del mercado y se utiliza en alimentación, laboratorio, juguetes, empaque y una variedad de aplicaciones más (Thakor, 2022)

### **2.1.3.5 Policloruro de Vinilo (PVC)**

El policloruro de vinilo, un miembro moderno e importante de la familia de los termoplásticos, se obtiene principalmente de dos materias primas naturales: sal común (cloruro de sodio NaCl) y petróleo o gas natural (43%). A diferencia de otros plásticos, esta composición lo hace menos dependiente de recursos no renovables (Valenzuela Ospina, 2022).

## **2.1.4 Microplástico**

Los microplásticos son pedazos de plástico pequeños que contaminan el entorno. Según (Alda, 2020), se trata de objetos que tienen un diámetro mínimo de 5 milímetros y se originan principalmente en productos cosméticos, la ropa, la pesca, la industria, las plantas de tratamiento de aguas residuales, los neumáticos de los vehículos y los camiones o los desechos plásticos que usamos en nuestra vida diaria.

Debido a que el plástico no es biodegradable, solo se descompone en fragmentos más pequeños. De esta manera, muchos organismos y especies animales, especialmente las marinas, absorben

microplástico. Esto causa una gran contaminación en nuestros océanos e incluso la muerte de muchas especies debido a la ingesta de plástico, ya que los peces no pueden distinguir el plástico de su alimento marino (Alda, 2020).

Además, debido a que los peces consumen plástico cuando ingresan a la cadena alimentaria, los humanos también comemos los microplásticos que los peces ya han comido y no han podido digerir (Alda, 2020).

### **2.1.5 Microplástico de origen primario**

Los microplásticos primarios tienen un tamaño inferior a 5 mm. En la industria cosmética, se les conoce como microperlas. Estos plásticos están presentes en productos que se conocen por exfoliar la piel. También están presentes en pasta de dientes, lavados faciales y maquillaje. La mayoría de estas microperlas están hechas de polietileno, polipropileno o tereftalato de polietileno (Carrasco, 2020).

### **2.1.6 Microplástico de origen secundario**

Son microplásticos muy finos y pequeños que se forman al descomponer el plástico en partes más pequeñas. La mayoría de los microplásticos actuales son microplásticos secundarios. Estos son los efectos de la descomposición del plástico bajo diversas condiciones físicas, como el estrés físico o climático. Los plásticos se descomponen y se filtran en el suelo o en los océanos cuando no se gestionan adecuadamente. Dado que cultivamos nuestros alimentos a partir del suelo, todas nuestras frutas y verduras también llevarán rastros de estos microplásticos dañinos. Este problema se ha vuelto tan grave que incluso el aire que respiramos contiene microplástico (Carrasco, 2020).

### **2.1.7 Toxicidad de los microplástico en la fauna y flora**

Muchos autores han registrado cómo los microplástico ingresaron a las cadenas tróficas de varios organismos marinos, tanto vertebrados como invertebrados. Los desechos y fragmentos plásticos

que son transportados hacia las aguas profundas son considerados de gran riesgo, ya que además de afectar las cadenas tróficas de la fauna, también aumentan los riesgos que algunas especies han enfrentado históricamente. La ingesta de desechos, como bolsas o envolturas, causa problemas adicionales para la salud de estos organismos (Maldonado Alvarez, 2023).

Por lo tanto, Se ha demostrado que después de que un pez consume una partícula de microplástico, sus componentes químicos ya se encuentran en su torrente sanguíneo y pasan al tejido del pez, es decir, a la carne que consumen las personas, en varios días (Aldana, 2023).

### **2.1.8 Toxicidad de los microplástico en el ser humano**

El estudio de los riesgos potenciales para la integridad y la salud humanas se ha vuelto más preocupante en los últimos años. Sin embargo, aún falta mucho conocimiento para comprender por completo los peligros del consumo pasivo de este tipo de compuestos (Parker, 2022).

Los estudios epidemiológicos realizados en empleados de empresas que fabrican productos plásticos y textiles han demostrado que el polvo de las fibras plásticas causa fibrosis, inflamación y alergias en los pulmones (Parker, 2022).

### **2.1.9 Presencia de microplástico en océanos, mares y ríos**

El uso continuo de microplástico por parte de la industria contamina varios puntos, uno de los cuales es el agua de los ríos. Debido a que los factores como el caudal del río permitían el movimiento constante de los microplásticos con densidades más bajas, se creía que la contaminación de los ríos con microplástico no era tan significativa, según estudios de investigadores de la Universidad de Birmingham. Sin embargo, esto fue completamente refutado (Nils, 2020).

La proliferación de microplásticos ha tenido un impacto en la biota marina, ya que los organismos son susceptibles a la exposición y corren el riesgo de sufrir daños en su desarrollo, comportamiento

e incluso reproducción. La alimentación, más precisamente, la ingesta, puede provocar la interacción de microplásticos con el cuerpo y la propagación de estos a lo largo de la cadena trófica, junto con la introducción de otros contaminantes. En las comunidades de zooplancton, los microplásticos obstruyen los apéndices de alimentación, bloquean el tubo digestivo, dificultan el sistema circulatorio y permiten el ingreso de sustancias tóxicas. Sin embargo, el grado de daño es incierto, pero la filtración puede consumir pequeños plásticos en un rango de 1,4 a 30,6  $\mu\text{m}$ , con una capacidad de absorción variable según la especie, la etapa de vida y el tamaño del microplástico. Además, los microplásticos en la cadena trófica causaron bioacumulación, que perjudica la salud de los organismos desde los niveles más bajos hasta los más altos. Además, el tamaño de la partícula, como ya se mencionó, tiene un impacto en el medio ambiente. Los microplásticos de 1 a 5 mm tienen un impacto en la alimentación y digestión de ciertos organismos, principalmente peces, mientras que los microplástico de 1  $\mu\text{m}$  a 1 mm son ingeridos activamente por pequeños invertebrados. Por lo tanto, los microplásticos mismos son expulsados sin afectar la salud de las personas a través de las heces. Como resultado, la concentración de microplástico en el medio marino continuará aumentando, lo que conducirá a una acumulación gradual y significativa tanto en el litoral como en el medio marino (Davis, 2023).

#### **2.1.10 Contaminación en el Río Daule**

Las actividades industriales, la construcción, la pesca artesanal y los asentamientos humanos en los alrededores del río Daule son las principales causas de la contaminación del río Daule. Según los datos del MAE, para ese momento menos del 50% de las 183 industrias que se encuentran en el camino a Daule habían sido reguladas ambientalmente. En los últimos años, la creciente necesidad de los ciudadanos de espacios abiertos fuera de la ciudad para encontrar tranquilidad y seguridad ha llevado a la construcción de planes habitacionales y alrededor de 73 proyectos

urbanísticos en desarrollo en las cercanías de este río. Finalmente, la agricultura es otra actividad que tiene un impacto en el Río Daule, ya que las malas prácticas agrícolas y la mala gestión de los agroquímicos presentes en el agua contaminan el río, lo que afecta la calidad del agua y la fauna del lugar (Martínez Moscoso, 2020).

### **2.1.11 Aguas Superficiales**

Todas las aguas permanentes que se encuentran sobre la superficie de la tierra, incluidas las que se encuentran cerca de la costa y tienen una relación estrecha con las aguas subterráneas, se denominan "agua superficial". La velocidad de desplazamiento y el caudal variado son dos de sus principales características (Rothschuh Osorio, 2022).

### **2.1.12 Microscopio Estereoscopio**

El uso del microscopio estereoscópico es empleado hacer estudios de muestras muy diminutas, para ser analizados a simple vista, desde otra perspectiva más grande, bajo el microscopio compuesto. Su magnificación, va desde cerca de 5x hasta más de 60x, y usa luz expresada sobre la superficie del objeto bajo estudio. Los estereoscopios también son conocidos, como microscopios de disección, pues en muchas ocasiones son empleados para conservar las muestras, separando de ellos aquellas partes que serán examinadas mediante otros tipos de microscopía (Hervey, 2020).

## **2.2 PARAMETROS DE EVALUACION DE AGUAS SUPERFICIALES**

### **2.2.1 Temperatura**

La energía solar se transmite al agua como energía lumínica, lo que la calienta y la absorbe de manera exponencial, almacenando la mayor cantidad de calor en la capa superficial. Este parámetro es crucial porque cambiaría el comportamiento de los organismos en relación con la temperatura del ambiente y posiblemente verse afectado por la contaminación térmica. La

temperatura del agua disminuye la capacidad de reserva de oxígeno de los organismos acuáticos, lo que provoca asfixia (Roper Portillo, 2024).

### **2.2.2 Potencial de Hidrógeno**

Uno de los parámetros más importantes para el análisis es el pH puede servir como un indicador crucial de las propiedades fisicoquímicas de las aguas estuarinas. Su variación está influenciada por una variedad de factores, incluye emisiones ácidas provocadas por la contaminación atmosférica, eutrofización provocada por la liberación de nutrientes de actividades bacterianas y humanas, y procesos naturales como la fotosíntesis y la respiración de especies. La fotosíntesis activa del fitoplancton se reduce por la respiración de los animales o por una gran concentración de materia orgánica que aumenta el consumo de oxígeno disuelto y la evolución del dióxido de carbono. Como resultado, el pH aumenta (Montoya, 2020).

### **2.2.3 Sólidos Disueltos Totales**

Las sales que no son orgánicas (como sodio, cloruros, magnesio, cadmio, potasio, bicarbonatos y sulfatos) combinado con material orgánico disuelto en agua constituyen el total de sólidos disueltos. Los sólidos disueltos totales (SDT) en el agua potable provienen de muchas fuentes diferentes, incluidas las fuentes naturales y antrópicas. Las aguas residuales, la escorrentía urbana y los desechos industriales son parte de estas últimas. Las sales son utilizadas en varios países para deshielar las carreteras, también aumentan la cantidad de sólidos disueltos presentes en el agua destinada al consumo humano. Las acumulaciones de sólidos disueltos totales varían significativamente en diferentes áreas geológicas debido a las diferencias en la solubilidad de algunos minerales (Bustamante, 2020).

#### **2.2.4 Color**

El color, el olor y el sabor se toman en primer lugar. Actualmente, el grado de aprobación debe ser incoloro; sin embargo, para uso doméstico e industrial de agua, la mayoría del agua tiene una participación de color y no se usa hasta que se le aplica el tratamiento adecuado para decolorarla. La tonalidad del agua generalmente se debe a la presencia de coloides de hierro y manganeso, humus, materia orgánica y contaminantes domésticos e industriales. Por otro lado, las partículas coloidales, que tienen una carga negativa, dan al agua su color natural. Una función del tratamiento del agua es la eliminación del color; dependiendo del empleo que se le dará, su decisión es crucial para calcular cuales son las características del agua (Sara, 2019).

Los colores del agua se dividen en dos categorías principales:

Color Verdadero, que se obtiene filtrando la muestra para eliminar los materiales suspendidos con tonalidades similares.

Color que parece La muestra original, contiene todo el material suspendido y disuelto sin filtrado, por lo que se determina esto.

#### **2.2.5 Conductividad**

La conductividad de un material es su capacidad para permitir el flujo de electricidad a través de él. Es una propiedad física relacionada con la facilidad con la que los electrones pueden moverse a través de un material. Los materiales aislantes tienen una baja conductividad, lo que impide que los electrones se muevan fácilmente. Por otro lado, los materiales conductores tienen una alta conductividad, lo que permite que los electrones se muevan libremente. La conductividad eléctrica se mide en siemens por metro (S/m) según el SI. Los materiales como el vidrio o el plástico son aislantes y tienen baja conductividad eléctrica, mientras que los metales son conocidos por ser buenos conductores de electricidad. (Manalo, 2019).

## **2.3 MARCO LEGAL**

### **Constitución de la República del Ecuador**

#### **Art. 14**

El derecho de la población a vivir en un ambiente saludable y ecológicamente equilibrado que garantice la sostenibilidad y el buen vivir. La preservación del medio ambiente, la preservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético nacional, la prevención del daño ambiental y la recuperación de espacios naturales degradados son asuntos de interés público. (ECUADOR, 2008).

### **Capítulo VII**

#### **Derechos de la naturaleza**

#### **Art. 73**

El Estado aplicará medidas de precaución y restricción para las actividades que puedan conducir a la extinción de especies, la destrucción de ecosistemas o la alteración permanente de los ciclos naturales. Se prohíbe la introducción de organismos y material orgánico e inorgánico que puedan alterar de manera definitiva el patrimonio genético nacional (ECUADOR, 2008).

### **Capítulo II**

#### **Biodiversidad y recursos naturales**

#### **Art. 406**

El Estado regulará la conservación, manejo y uso sustentable, recuperación, y limitaciones de dominio de los ecosistemas frágiles y amenazados; entre otros, los páramos, humedales, bosques nublados, bosques tropicales secos y húmedos y manglares, ecosistemas marinos y marinos-costeros (ECUADOR, 2008).

## **Sección IV**

### **Recursos naturales**

#### **Art. 412**

La autoridad a cargo de la gestión del agua será responsable de su planificación, regulación y control. Esta autoridad cooperará y se coordinará con la que tenga a su cargo la gestión ambiental para garantizar el manejo del agua con un enfoque ecosistémico (ECUADOR, 2008).

## **Sección VII**

### **Biosfera, ecología urbana y energías alternativas**

#### **Art. 413**

El Estado promoverá la eficiencia energética, el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas, así como de energías renovables, diversificadas, de bajo impacto y que no pongan en riesgo la soberanía alimentaria, el equilibrio ecológico de los ecosistemas ni el derecho al agua (ECUADOR, 2008).

## **Acuerdo ministerial N. 19**

#### **Art. 16**

Los consumidores y generadores de residuos plásticos deben considerar acciones preliminares de separación en la fuente y de recolección o entrega selectiva. Los residuos plásticos recolectados se podrán tratar por vías de: reusó, tratamiento, descomposición, y disposición final adecuada (019, 2014).

## **Acuerdo-097-A**

### **5.1 Normas generales de criterios de calidad para los usos de las aguas superficiales, marítimas y de estuarios**

5.1.4 Se entiende como aguas para uso pecuario a aquellas empleadas para el abrevadero de animales, así como otras actividades conexas y complementarias que establezcan los organismos competentes. Acuerdo ministerial 097-A, Criterios de calidad para aguas de uso pecuario tabla 5 (Acuerdo Ministerial 097-A, 2018).

## CAPITULO III

### 3 METODOLOGÍA

El trabajo de titulación actual pertenece al tipo de investigación experimental, ya que se recolectaron muestras de agua en los dos puntos analizados del Parque Histórico. Estas muestras fueron recolectadas de los sectores del Río Daule y del agua potable del sector de la puntilla. Para el estudio actual, se emplearon las técnicas experimentales que se utilizaron en estudios anteriores, para determinar la composición y la cantidad de microplástico presente en las aguas de los dos puntos. Se utilizaron análisis de laboratorio como microfiltración al vacío, microscopía estereoscópica entre otros.

Además, utiliza el método cuantitativo para medir y analizar las características físico-químicas de las muestras recolectadas. Además, para escribir una descripción de los sitios de estudio, se utiliza el método cualitativo, considerando las observaciones realizadas en campo.

Para la construcción de un filtro piloto para minimizar la presencia de microplástico en las aguas del Parque Histórico de Samborondón, se realizó una investigación de tipo experimental, la unidad de análisis donde se desarrolló el proyecto serán las aguas superficiales del Parque Histórico. Las actividades que se realizaron son:

- Caracterización de los microplástico en tamaño y forma.
- Construcción del filtro piloto para microplástico.
- Realización de las pruebas con el filtro y análisis de resultados.

### 3.1 Unidad de análisis

La unidad de análisis es el agua superficial captada del Río Daule y el agua potable de la Puntilla, se realiza un muestreo ocasional de la zona donde llega el agua, que luego se utiliza en varios lugares del Parque Histórico. En este lugar se tomaron las muestras antes y después de la elaboración del filtro piloto.

Para la realización de la investigación, se utilizaron las técnicas experimentales utilizadas en estudios previos para determinar correctamente la composición y la abundancia de microplástico en las aguas:

### 3.2 Materiales y equipos

<b>Materiales</b>	<b>Equipos</b>	<b>Reactivos</b>
Probeta de 250ml – 100ml Vaso de precipitación Caja Petri Porta objetos Agitador magnético Papel aluminio Espátula	Balanza Equipo de filtración al vacío (embudo bucherner, matraz Kitasato 1000ml, bomba al vacío). Microscopio Microscopio estereoscópico	Agua destilada Cloruro de sodio

*Elaborado por: Autores*

### **3.3 Muestreo**

#### **3.3.1 Recolección de muestras de aguas superficiales**

Se tomaron ocho muestras de 250 mililitros de agua superficial en la unidad de análisis y se colocaron en botellas de plástico debidamente rotuladas. Después de eso, las muestras fueron almacenadas en una hielera y luego enviadas al laboratorio para su procedimiento.

#### **3.3.2 Determinación de parámetros fisicoquímicos en aguas superficiales**

Se utilizó un levantamiento de datos en campo para llevar a cabo un muestreo. Las muestras de agua se recolectaron en la unidad de análisis para analizar parámetros fisicoquímicos relacionados con los objetivos de la investigación. Los parámetros que se analizaron incluyeron pH, sólidos totales disueltos, temperatura, conductividad y color, además se realizó un sondeo visual para determinar los tipos de desechos que se podían observar.

Los valores de las variables fisicoquímicas muestran el tipo de actividad antrópica producida por las aguas de estos dos puntos, mientras que las observaciones más pertinentes sobre la contaminación ambiental ayudan a tener una mejor comprensión de la calidad del agua y las posibles consecuencias de su consumo.

##### **3.3.2.1 Instrumentos utilizados para la determinación de los parámetros fisicoquímicos**

Para el desarrollo del presente estudio se consideró la utilización o aplicación de los equipos que se detallan a continuación:

Instrumento	Imagen
<p data-bbox="444 310 659 344" style="text-align: center;"><b>Medidor de pH</b></p> <p data-bbox="285 386 821 562">Mide la actividad del ion hidrógeno en soluciones acuosas, indicando su grado de acidez o alcalinidad.</p>	
<p data-bbox="310 827 797 861" style="text-align: center;"><b>Medidor de solidos totales disueltos</b></p> <p data-bbox="277 898 829 1003">Dispositivo para medir la concentración de iones disueltos en una solución acuosa.</p>	
<p data-bbox="440 1304 667 1337" style="text-align: center;"><b>Conductímetros</b></p> <p data-bbox="326 1375 781 1480">Medir la resistencia del agua que se traduce a conductividad.</p>	

### **Espectrofotómetro**

Mide la luz reflejada o transmitida de una muestra para capturar su huella digital y determinar la cantidad de luz reflejada transmitida desde los rangos visibles de las diferentes porciones del espectro visible.



*Elaborado por: Autores*

## **3.4 Análisis de laboratorio**

### **3.4.1 Preparación de solución saturada de NaCl**

Se etiquetó un vaso de precipitación de 600 ml y se elaboró una solución saturada de NaCl según la metodología. (Talbot, 2022). Se pesaron 80 gramos de cloruro de sodio y se midieron 500 mililitros de agua destilada en una probeta de un litro. Para obtener una solución salina saturada, se utilizó una varilla de vidrio para mezclar el soluto durante 15 minutos. Después, se cubrió el vaso de precipitación con papel de aluminio y se dejó reposar la mezcla durante una hora.

Figura 4 Preparación de solución saturada de Na Cl



*Fuente: Autores*

### 3.4.2 Separación y aislamiento de microplástico en muestras de agua

Se analizó cada réplica de la muestra de agua recolectada en campo, 60 ml de la muestra de agua se extrajeron en un vaso de precipitación de 100 ml. Luego se agregaron 20 ml de solución salina con NaCl saturado. (Talbot & Cardenas Calle, 2022), se combinó durante cinco minutos con una varilla de vidrio, se marcó y se tapó el vaso de precipitación con papel aluminio.

Después se dejó reposar la muestra durante tres horas. Este proceso se llevó a cabo en ocho muestras de agua recolectadas.

Figura 5 Reposo de muestras de aguas con solución de NaCl



*Fuente: Autores*

### 3.4.3 Extracción de los microplástico

La muestra se aspiró en un matraz Kitasato de 500 ml con una manguera de silicón conectada a una bomba de vacío. Para esto, para los filtros de membrana de 47 mm, se utilizó un embudo de filtración magnética de 500 ml, donde se colocó un filtro de membrana de nitrato de celulosa de 0.45 $\mu$ m. Los microplásticos y la parte acuosa se separaron con éxito. Los filtros utilizados se trasladaron a una placa Petri de plástico enmarcada con una pinza metálica y se secaron durante un día. (Talbot & Cardenas Calle, 2022).

Figura 6 Equipo de microfiltración al vacío



*Fuente: Autores*

### 3.4.4 Determinación y medición de microplástico en aguas superficiales

Los microplásticos en agua se midieron utilizando un microscopio estereoscópico de 10x ya que este enfoque instrumental proporciona hasta los detalles más imperceptibles. Se identificaron las partículas orgánicas que podrían haber viajado para que no se incluyeran en el análisis. Los microplásticos se evaluaron en función de su forma, color y tamaño (Talbot & Cardenas Calle, 2022).

El análisis de las partículas microplásticas fue llevado a cabo mediante un enfoque multifacético, basado en atributos claves como la forma y el tamaño. Estos criterios de evaluación, esenciales para la caracterización precisa, fueron abordados utilizando el Software BOECOWIN.

Figura 7 Determinación de tamaño de microplástico



*Fuente: Autores*

### 3.5 Diagrama de flujo de la metodología aplicada



## CAPITULO IV

### 4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 Identificación de actividades antrópicas realizadas en los puntos monitoreados

Mediante los estudios realizados se identificaron los residuos de plásticos más comunes de las zonas cercanas, destacan residuos de áreas urbanas y actividades industriales a lo largo de la cuenca del río Daule, los microplásticos pueden ingresar al agua a través de diversas vías, como el lavado de ropa sintética, la degradación de desechos plásticos abandonados, el desgaste de neumáticos de caucho y la liberación directa de microplástico en productos de consumo.

El Agua potable de la Puntilla, el cual cuenta con menor actividad ya que es un agua que ha sido tratada pero igual existe contaminación por microplástico ya que existe una capacidad limitada de los sistemas de tratamiento de agua para eliminar eficazmente los microplásticos, especialmente aquellos de tamaño microscópico los cuales son los que hemos observado en este análisis.

	Punto de monitoreo	Coordenadas		
P1	Captación de Agua proveniente del Rio Daule	-2.143692	-79.870778	
P2	Captación de agua potable de la Puntilla	-2.144487	-79.868785	

*Elaborado por: Autores*

## 4.2 Cuantificación de microplástico

El análisis del tamaño de los microplásticos revela información de suma relevancia, ya que proporciona una visión detallada de las características intrínsecas de cada muestra. Estos resultados no solo simplifican la interpretación de los datos derivados de cada medición, sino también en la detección y la comprensión de las dimensiones que implican la contaminación de los ecosistemas y las especies que coexisten en el mismo entorno.

Podemos concluir que el análisis de los microplástico dio como resultado que el punto 1, el Río Daule tiene mayor cantidad de microplástico, con 43 partículas por kilogramo.

**Tabla 4. Peso de partículas por kilogramo del Río Daule**

Estaciones de muestreo	Nombre del sitio	Partículas/kg
P1	Río Daule	25
		4
		8
		6
Total de partículas		43

*Elaborado por: Autores*

**Tabla 5. Peso de partículas por kilogramo del agua potable de la puntilla**

Estaciones de muestreo	Nombre del sitio	Partículas/kg
P2	Agua potable de la puntilla	17
		6
		5
		4
Total de partículas		32

*Elaborado por: Autores*

### 4.3 Tamaño de microplástico en aguas superficiales

Se identificó una elevada concentración de microplástico en el punto 1 y eso se le atribuye a la actividad de desechos de las empresas que se encuentran en la zona y las actividades humanas.

En resumen, podemos decir que el análisis de los microplástico dio como resultado que, para determinar el tamaño y tipo de polímero, para determinar el tipo de microplástico. Se localizó los MP con tamaños mayores y menores a 1 mm. El espectrofotómetro determina específicamente el tipo de MP mediante la reflectancia del MP hacia la luz emitida por el equipo.

Se adjuntan los valores correspondientes a los tipos de MPs encontrados por los dos puntos de muestreo haciendo un compendio entre las réplicas, tanto para la zona del Río Daule y el agua potable de la puntilla.

**Tabla 6. Clasificación de plástico en base a su tamaño**

<b>Categoría</b>	<b>Abreviatura</b>	<b>Rango de Tamaño</b>
Macroplásticos	MAP	>25 mm
Mesoplásticos	MEP	5mm < 25mm
Microplásticos	MIP	1µm ≤ 5mm
Nanoplásticos	NP	<1µm

*Fuente: Crawford y Quinn 2017*

**Tabla 7. Tamaño de microplástico en las aguas superficiales**

<b>Estaciones de muestreo</b>	<b>Nombre del sitio</b>	<b>Máximo (mm)</b>	<b>Mínimo (mm)</b>
P1	Rio Daule	1,552	0,389
		1,594	0,52
		2,53	0,101
		2,693	0,115
P2	Agua potable de la puntilla	1,272	0,189
		0,968	0,377
		1,115	0,182
		1,71	0,111

*Elaborado por: Autores*

De acuerdo con los resultados obtenidos en base a la clasificación de plástico respecto a su tamaño podemos apreciar que todas las partículas encontradas están en el rango de microplástico  $1\mu\text{m} \leq 5\text{mm}$ .

#### 4.4 Abundancia relativa de los Microplástico en muestras de agua

Se utiliza la figura para analizar la abundancia relativa de microplástico en las muestras de aguas.

Se pudo contemplar que la mayor zona que tiene presencia de microplástico es el punto 1 que corresponde al Río Daule. Ya que el punto 1 es el más crítico, se encontraron microplástico de mayor tamaño, con un máximo de 2,693 mm y un mínimo de 0,389 mm.

Y con estos resultados se pudo establecer que el mayor número de microplástico fue encontrado en el punto 1 que proviene de las aguas del Rio Daule con un 57%.

Figura 8 Abundancia relativa de microplástico en las aguas superficiales

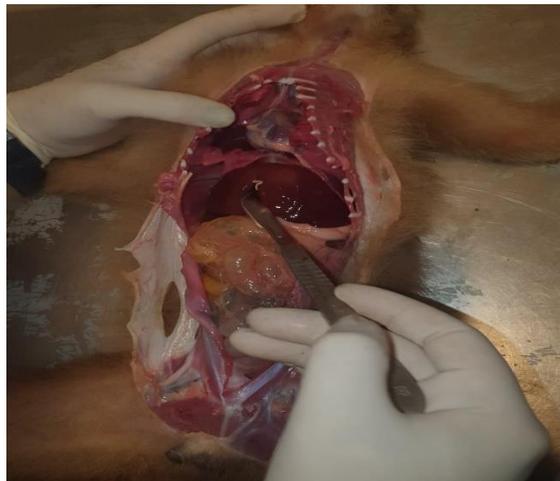


*Fuente: Autores*

#### 4.5 Afectación de la fauna silvestre en el parque Histórico

El microplástico en la fauna silvestre es un tema preocupante que está ganando popularidad a nivel mundial. Los microplásticos son fragmentos pequeños de plástico que se forman a partir de objetos más grandes que se descomponen o se fabrican directamente en forma de partículas pequeñas, como microesferas, que se utilizan en la industria o en productos de cuidado personal. Estos microplásticos se pueden transportar a través del viento, el agua y otros medios. Cuando llegan al medio ambiente, causan daño a la vida silvestre.

Figura 8 Autopsia de un cibinae y extracción de microplástico en las viseras



*Fuente: Autores*

Se nos puso en conocimiento por parte de la veterinaria encargada del Parque Histórico del caso de un mono capuchino en donde al momento de hacerle la autopsia se encontraron restos de microplástico en el interior del hígado.

Figura 9 Autopsia de una Nasua encontrando microplástico en hígado e intestinos



*Fuente: Autores*

En este segundo caso personal técnico del parque histórico realizó una autopsia a una Nasua que formaba parte de la fauna silvestre, encontrando en el interior de sus vísceras microplástico.

Estos dos casos de muerte de animales silvestres son una gran preocupación para el parque histórico porque cada mes mueren entre 1 y 3 animales a causa del microplástico, ya que ellos están expuestos a estas partículas que son tan dañinas para sus órganos, debido al consumo de agua con presencia de microplásticos.

#### 4.6 Prototipo del Filtro Piloto

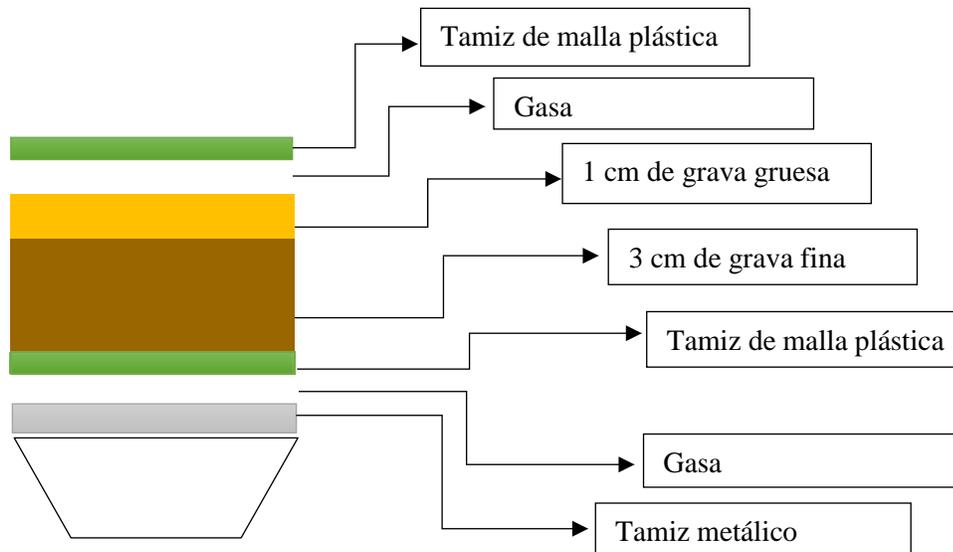
Para la construcción de filtro se buscó precisar y definir el tamaño del medio filtrante y se realizó un estudio financiero para los costos de la unidad.

Con el resultado de los análisis de laboratorio, se pudo determinar el medio filtrante y de esta manera se pudo realizar el diseño del filtro piloto.

#### 4.6.1 Materiales para elaboración del Filtro Piloto

Materiales	
Parte externa del filtro	Unión PVC 2" con anillo de 50mm Codo de 45° Tubo PVC de 5cm de largo Tubo reductor de PVC
Parte Interna del filtro	Gasas. 3 cm de grava fina. 1cm de grava gruesa. Tamiz metálico de 4mm y 0.063mm. Tamiz de mallas plásticas.

#### 4.6.2 Diseño interior del filtro piloto



*Elaborado por: Autores*

Figura 10 Filtro piloto para microplástico



*Fuente: Autores*

Figura 11 Filtro piloto en funcionamiento



*Fuente: Autores*

#### 4.7 Análisis de parámetros físicos antes y después de la filtración

**Tabla 8. Resultados del agua captada del Río Daule**

<b>Parámetros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Antes del filtro</b>	<b>Después del filtro</b>	<b>097-A – Tabla LM</b>	<b>% de Efectividad</b>
Ph	Uph	8,75	7,95	6-9	9.14%
STD	mg/l	194	61,6	3000	68,24%
Conductividad	μS/cm	496	344	800	30,64%
Color	Pt-Co	128	62	-	51,5%

*Fuente: Autores*

**Tabla 9. Resultados del agua potable proveniente de la Puntilla**

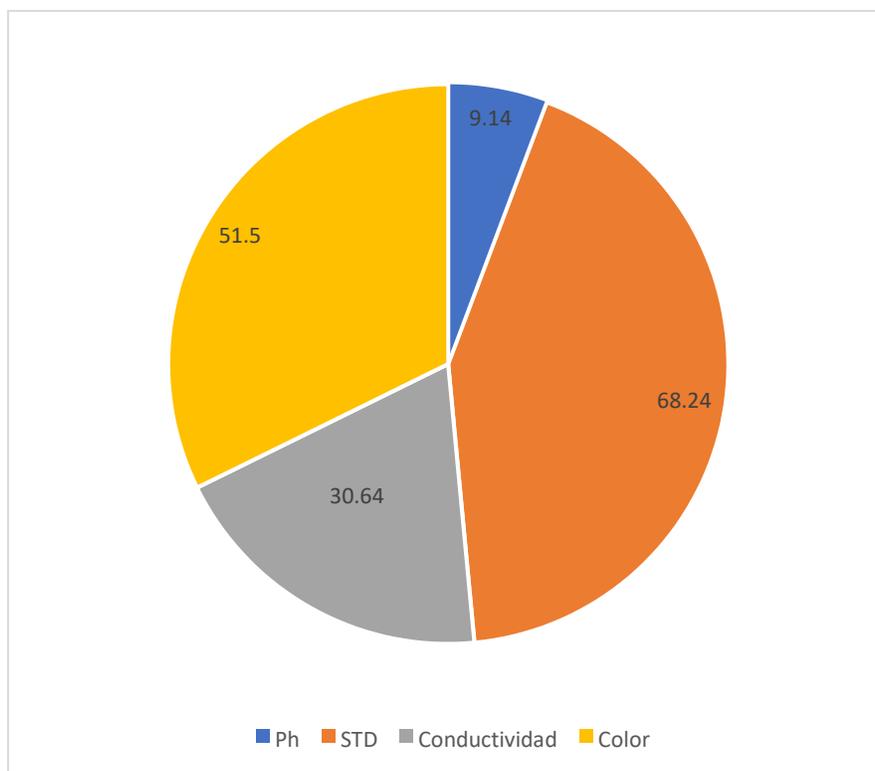
<b>Parámetros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Antes del filtro</b>	<b>Después del filtro</b>	<b>Norma INEN M08</b>	<b>% de Efectividad</b>
Ph	Uph	7.38	6,75	6-8	8,53%
STD	mg/l	35	14.2	-	59.4%
Conductividad	μS/cm	196	73	400	62%
Color	Pt-Co	26	11	15	57,69%

*Fuente: Autores*

#### 4.8 Efectividad del filtro

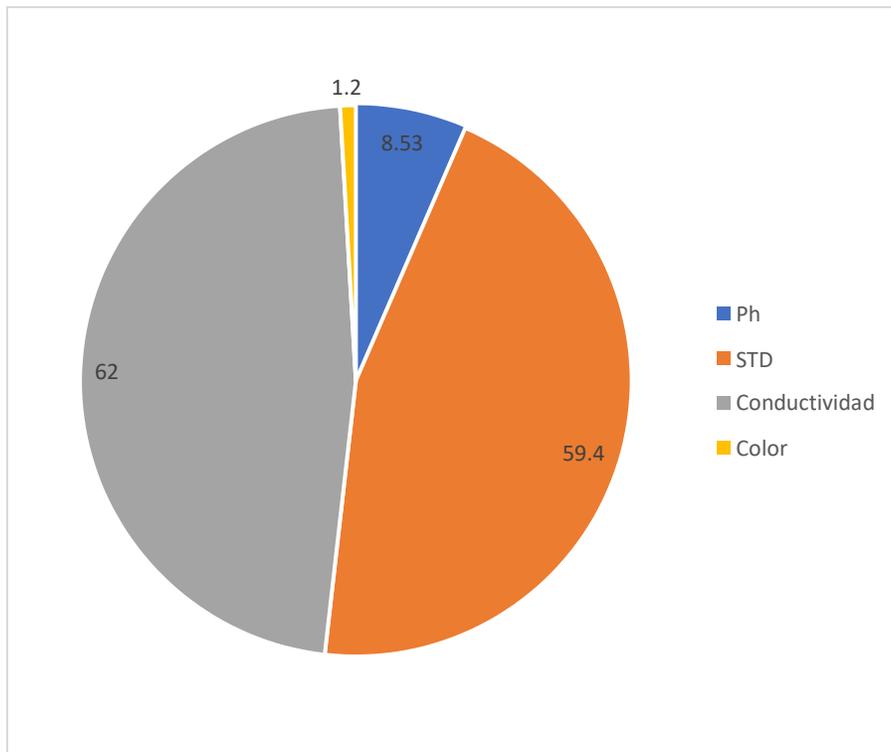
El filtro piloto pudo ser muy efectivo como lo podemos constatar en las tablas 8 y 9 donde tuvimos análisis de parámetros físicos como: Ph, sólidos totales disueltos, conductividad y color. Todos los resultados estuvieron por dentro del límite permisible, también se pudo verificar que el filtro nos ayudó a la disminución de micropartículas donde tuvo una efectividad del 87%.

Figura 12 Porcentaje de efectividad de resultados del agua captada del Río Daule



*Fuente: Autores*

Figura 13 . Porcentaje de resultados del agua potable proveniente de la Puntilla



*Fuente: Autores*

#### 4.9 Hipótesis

##### TEST DE MUESTRA DEL RÍO DAULE

###### Hipótesis nula (H0):

La media verdadera es igual a 2.693.

###### Hipótesis alternativa (H1):

La media verdadera es menor que 2.693.

El valor t calculado es 1.6717 con 3 grados de libertad, y el valor p es 0.9034.

Dado que el valor p es mayor que el nivel de significancia usual (0.05), no se rechaza la hipótesis

nula. No hay suficiente evidencia para concluir que la media verdadera sea menor que 2.693.

Test de normalidad de Shapiro-Wilk:

El p-valor del test de Shapiro-Wilk es 0.4449.

Dado que el valor p es mayor que el nivel de significancia usual (0.05), no se rechaza la hipótesis nula. Se puede asumir que los datos siguen una distribución normal.

En resumen, basado en estos resultados, no hay suficiente evidencia para concluir que la media verdadera sea menor que 2.693, y se puede asumir que los datos siguen una distribución normal.

### **TEST DE MUESTRA DEL AGUA POTABLE DE LA PUNTILLA**

**Hipótesis nula (H<sub>0</sub>):** La media verdadera es igual a 1.71.

**Hipótesis alternativa (H<sub>1</sub>):** La media verdadera es menor que 1.71.

El valor t calculado es 2.0775 con 3 grados de libertad, y el valor p es 0.9353.

Dado que el valor p es mayor que el nivel de significancia usual (0.05), no se rechaza la hipótesis nula. No hay suficiente evidencia para concluir que la media verdadera sea menor que 1.71.

Test de normalidad de Shapiro-Wilk:

El p-valor del test de Shapiro-Wilk es 0.9166.

Dado que el valor p es mayor que el nivel de significancia usual (0.05), no se rechaza la hipótesis nula. Se puede asumir que los datos siguen una distribución normal.

En resumen, basado en estos resultados, no hay suficiente evidencia para concluir que la media verdadera sea menor que 1.71, y se puede asumir que los datos siguen una distribución normal.

## CAPITULO V

### 5 CONCLUSIONES

El proceso de investigación determinó el tipo de microplástico y el tamaño de las muestras. Así tenemos: que el punto 1 es el más crítico, se encontró microplástico de mayor de 2,693mm y menor tamaño de 0,52mm, en relación al punto 2 que tiene microplástico de mayor tamaño de 1,272mm y de menor tamaño de 0,111mm.

Esto estableció que el mayor número de microplástico fue encontrado en el punto 1 que proviene de las aguas del Rio Daule con un 57%.

En la medición del PH se estableció que se encuentra en un rango aceptable el punto 2 proveniente de la puntilla con un valor de 7,11.

El uso del microscopio estereoscópico fue el método analítico más efectivo, ya que permitió una observación más detallada y precisa de las partículas de microplástico, con mayor resolución en comparación a otros métodos visuales.

En el mes diciembre y enero se llegó a presenciar la muerte de algunos animales silvestres y en la autopsia de descubrieron restos de partículas de plástico, la obtención y utilización de nuestro filtro nos ayuda mucho a combatir este tipo de sucesos con la fauna silvestre del parque histórico ya que hemos obtenido resultados excelentes en los estudios que se realizaron en la última etapa de investigación.

El uso del filtro piloto demostró una disminución del microplástico, lo que nos ayudó con la reducción de un 87% de macro y micropartículas en relación a los primeros análisis de monitoreo.

## **6 RECOMENDACIONES**

Tomar conciencia ambiental de las acciones que causan la contaminación por microplástico y lograr un impacto significativo en la prevención de los ecosistemas acuáticos y de manglar mediante acciones que nos ayuden a reducir este tipo de contaminación, como:

- Realizar muestreos constantemente para observar y analizar sus aguas para comparar los resultados de la presente investigación.
- Responder a la problemática de la generación de microplástico por parte de las actividades antrópicas, así como determinar el tipo de microplástico encontrado y sus posibles efectos en el cuerpo de la fauna y flora del parque y los seres humanos.
- Ampliar el análisis de los parámetros físico-químicos de las aguas debido al alcance de la investigación, los recursos y la disponibilidad de tiempo.

Establecer incentivos y regulaciones que promuevan la reducción del uso de plástico de un solo uso en los visitantes.

En conjunto, Estas medidas aumentarán la efectividad de los esfuerzos actuales y contribuirán a un cambio positivo en la forma en que tratamos nuestros recursos hídricos y la importancia que damos a la protección del medio ambiente.

Con estas recomendaciones también ayudamos a la fauna del Parque Histórico de Samborondón.

## 7 BIBLIOGRAFÍA

019. (3 de abril de 2014). *POLITICAS PARA GESTION INTEGRAL DE PLASTICOS*. Obtenido de ambiente.gob.ec: <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/06/Acuerdo-19.pdf>
- Abbas, N. (1 de febrero de 2021). *Qué son los microplásticos: definición y tipos*. Obtenido de ecologiaverde.com: <https://www.ecologiaverde.com/que-son-los-microplasticos-definicion-y-tipos-1543.html>
- Acuerdo Ministerial 97. (4 de noviembre de 2018). *Acuerdo Ministerial 97*. Obtenido de Acuerdo-097: <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/05/Acuerdo-097.pdf>
- Alda, J. (13 de enero de 2020). *QUÉ SON LOS MICROPLÁSTICOS Y CÓMO AFECTAN A NUESTRA SALUD*. Obtenido de vatiosverdes.com: <https://www.vatiosverdes.com/que-son-los-microplasticos-y-como-afectan-a-nuestra-salud/>
- Aldana, D. (12 de mayo de 2023). *La contaminación por microplásticos afecta a la fauna marina*. Obtenido de conexion.cinvestav.mx: <https://conexion.cinvestav.mx/Publicaciones/la-contaminacion-por-microplasticos-afecta-a-la-fauna-marina>
- Becerra, C. (1 de diciembre de 2021). *Plásticos: qué son, características, tipos y reciclaje*. Obtenido de responsabilidadsocial.net: <https://responsabilidadsocial.net/plasticos-que-son-caracteristicas-tipos-y-reciclaje/>
- Beltran, M., & Marcilla, A. (31 de marzo de 2011). *TEMA 1. ESTRUCTURA Y PROPIEDADES DE LOS POLÍMEROS*. Obtenido de Universidad de Alicante: [https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/16883/1/Tema\\_1.\\_Estructura\\_y\\_propiedades\\_de](https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/16883/1/Tema_1._Estructura_y_propiedades_de)

\_los\_polimeros.pdf

Bustamante, J. (2 de mayo de 2020). *solidos totales y solidos totales volátiles*. Obtenido de coursehero.com: <https://www.coursehero.com/file/61117580/solidos-totales-y-solidos-totales-vol%C3%A1tilesdocx/>

Carrasco, F. (23 de julio de 2020). *What are Microplastics and why are they so harmful?* Obtenido de plasticcollectors.com: <https://www.plasticcollectors.com/blog/what-are-microplastics/>

Davis, U. (14 de noviembre de 2023). *Los microplásticos y su efecto en la salud*. Obtenido de saludambiental.ucdavis.edu: <https://saludambiental.ucdavis.edu/salud-y-medio-ambiente/plasticos-microplasticos#:~:text=Se%20sabe%20que%20estos%20qu%C3%ADmicos%20causan%20neurotoxicidad%2C%20da%C3%B1o,se%20pueden%20liberar%20contaminantes%20t%C3%B3xicos%20adsorbidos%20en%20micropart%>

ECUADOR. (13 de julio de 2008). *CONSTITUCION DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR*. Obtenido de www.gob.ec: <https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2020-06/CONSTITUCION%202008.pdf>

Editorial RSyS. (1 de diciembre de 2021). *Plásticos: qué son, características, tipos y reciclaje*. Obtenido de responsabilidadsocial.net: <https://responsabilidadsocial.net/plasticos-que-son-caracteristicas-tipos-y-reciclaje/>

Hervey, D. (6 de mayo de 2020). *¿Qué es un Microscopio Estereoscópico?* Obtenido de kalstein.es: <https://www.kalstein.es/que-es-un-microscopio-estereoscopico/>

Hita. (10 de diciembre de 2022). *¿Cómo se fabrican los plásticos?* Obtenido de plasticoshita.com: <https://www.plasticoshita.com/noticias/como-se-fabrican-los-plasticos/>

Lau, W., Shiran, Y., & Bailey, R. (18 de septiembre de 2020). *Evaluating scenarios toward zero plastic pollution*. Obtenido de science.org:

<https://www.science.org/doi/pdf/10.1126/science.aba9475>

Maldonado Alvarez, S. (27 de junio de 2023). *¿Qué es polietileno y para qué se utiliza?*

Obtenido de plasticos.com: <https://www.plastico.com/es/noticias/polietileno-un-panorama-sobre-sus-propiedades-aplicaciones-y-futuro>

Maldonado Saldaña, G. (7 de junio de 2022). *Basura plástica en tortugas*. Obtenido de amc.edu.mx:

[https://www.amc.edu.mx/revistaciencia/images/revista/73\\_2/PDF/05\\_73\\_2\\_1430\\_BasuraPlastica.pdf](https://www.amc.edu.mx/revistaciencia/images/revista/73_2/PDF/05_73_2_1430_BasuraPlastica.pdf)

Manalo, F. (19 de marzo de 2019). *Qué es Conductividad*. Obtenido de significados.com:

<https://www.significados.com/conductividad/#:~:text=La%20conductividad%20es%20la%20capacidad%20de%20un%20material,o%20transmitir%20energ%C3%ADa%2C%20ya%20sea%2C%20el%C3%A9ctrica%20o%20t%C3%A9rmica.>

Martínez Moscoso, A. (29 de junio de 2020). *Contaminación en el río Daule*. Obtenido de

conexión.cinvestav.mx: <https://www.iagua.es/blogs/andres-martinez/contaminacion-rio-daule>

Montoya, R. (5 de mayo de 2020). *INTRODUCCION El PH*. Obtenido de coursehero.com:

<https://www.coursehero.com/file/23035745/INTRODUCCION/>

Nils, S. (11 de febrero de 2020). *Te compartimos datos importantes sobre el tema de los*

*microplásticos y su impacto ambiental*. Obtenido de universoradio.ucol.mx:

<https://universoradio.ucol.mx/index.php/2020/02/11/impacto-de-microplasticos-en-los-oceanos/>

Ondarse, D. (15 de julio de 2021). *¿Qué es el plástico?* Obtenido de concepto.de:

<https://concepto.de/plastico/>

Parker, L. (26 de abril de 2022). *¿Qué daños producen los microplásticos para el ser humano?*

Obtenido de nationalgeographic.ec: <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/2022/04/danos-producen-microplasticos-salud-personas>

Pérez , J., & Gardey, A. (21 de marzo de 2022). *PLÁSTICO*. Obtenido de definición.de:

<https://definicion.de/plastico/#:~:text=Los%20pl%C3%A1sticos%20son%20aquellos%20materiales%20que%20compuestos%20por,tanto%20tiene%20caracter%C3%ADsticas%20diferentes%20a%20un%20objeto%20el%C3%A1stico.>

Ramirez, A. (9 de septiembre de 2020). *¿Qué es el oxígeno disuelto?* Obtenido de

tecnotanques.com: <https://tecnotanques.com/oxigeno-disuelto-2/>

Rojas, T. (18 de agosto de 2023). *Polietileno de baja densidad (LDPE): guía de propiedades, aplicaciones y beneficios*. Obtenido de plastico.com:

<https://www.plastico.com/es/noticias/polietileno-de-baja-densidad-ldpe-guia-de-propiedades-aplicaciones-y-beneficios>

Ropero Portillo, S. (10 de enero de 2024). *Inversión térmica: qué es y por qué se produce*.

Obtenido de ecologiaverde.com: <https://www.ecologiaverde.com/inversion-termica-que-es-y-por-que-se-produce-4762.html>

Rothschuh Osorio, U. (10 de junio de 2022). *Qué son las aguas superficiales: definición y*

*ejemplos*. Obtenido de ecologiaverde.com: [https://www.ecologiaverde.com/que-son-las-aguas-superficiales-definicion-y-ejemplos-](https://www.ecologiaverde.com/que-son-las-aguas-superficiales-definicion-y-ejemplos-3944.html#:~:text=Definici%C3%B3n%20de%20las%20aguas%20superficiales%20y%20sus%20caracter%C3%ADsticas,simple%20vista%20o%20que%20no%20est%C3%A1n)

[3944.html#:~:text=Definici%C3%B3n%20de%20las%20aguas%20superficiales%20y%20sus%20caracter%C3%ADsticas,simple%20vista%20o%20que%20no%20est%C3%A1n](https://www.ecologiaverde.com/que-son-las-aguas-superficiales-definicion-y-ejemplos-3944.html#:~:text=Definici%C3%B3n%20de%20las%20aguas%20superficiales%20y%20sus%20caracter%C3%ADsticas,simple%20vista%20o%20que%20no%20est%C3%A1n)

%20bajo%20tierra.

Sara, L. (1 de noviembre de 2019). *Color (luz y pigmento)*. Obtenido de aboutespanol.com:

[https://www.aboutespanol.com/color-luz-y-pigmento-que-es-y-como-se-percibe-](https://www.aboutespanol.com/color-luz-y-pigmento-que-es-y-como-se-percibe-180130#:~:text=El%20color%20es%20una%20interpretaci%C3%B3n%20de%20las%20longitudes,de%20los%20rayos%20de%20luz%20en%20los%20ojos.)

[180130#:~:text=El%20color%20es%20una%20interpretaci%C3%B3n%20de%20las%20longitudes,de%20los%20rayos%20de%20luz%20en%20los%20ojos.](https://www.aboutespanol.com/color-luz-y-pigmento-que-es-y-como-se-percibe-180130#:~:text=El%20color%20es%20una%20interpretaci%C3%B3n%20de%20las%20longitudes,de%20los%20rayos%20de%20luz%20en%20los%20ojos.)

Stein, A., & Parker, L. (27 de abril de 2022). *Los microplásticos ya están en nuestros cuerpos.*

*¿Cuánto nos dañan?* Obtenido de nationalgeographicla.com:

<https://www.nationalgeographicla.com/medio-ambiente/2022/04/los-microplasticos-ya-estan-en-nuestros-cuerpos-cuanto-nos-danan>

Talbot, R., & Cardenas Calle, M. (7 de diciembre de 2022). *Macroplastics and Microplastics in Intertidal Sediment of Vinces and Los Tintos Rivers, Guayas Province, Ecuador.*

Obtenido de mdpi.com: <https://www.mdpi.com/2673-8929/1/4/45>

Thakor, A. (24 de diciembre de 2022). *¿QUÉ ES EL POLIESTIRENO Y PARA QUÉ SE*

*UTILIZA?* Obtenido de okupo.mx: [https://okupo.mx/que-es-el-poliestireno-y-para-que-se](https://okupo.mx/que-es-el-poliestireno-y-para-que-se-utiliza/#:~:text=El%20poliestireno%20%28PS%2C%20por%20sus%20siglas%20en%20ingl%C3%A9s%29,laboratorio%2C%20jugueter%C3%ADa%2C%20embalajes%20y%20multitud%20de%20aplicaciones%20m%C3%A1s.)

[utiliza/#:~:text=El%20poliestireno%20%28PS%2C%20por%20sus%20siglas%20en%20ingl%C3%A9s%29,laboratorio%2C%20jugueter%C3%ADa%2C%20embalajes%20y%20multitud%20de%20aplicaciones%20m%C3%A1s.](https://okupo.mx/que-es-el-poliestireno-y-para-que-se-utiliza/#:~:text=El%20poliestireno%20%28PS%2C%20por%20sus%20siglas%20en%20ingl%C3%A9s%29,laboratorio%2C%20jugueter%C3%ADa%2C%20embalajes%20y%20multitud%20de%20aplicaciones%20m%C3%A1s.)

Valenzuela Ospina, J. (12 de abril de 2022). *EL POLICLORURO DE VINILO (PVC)*. Obtenido

de tecniman.ec: <https://tecniman.es/policloruro-de-vinilo-pvc/>

Viteri, C. (9 de septiembre de 2022). *REMOCION D MATERIAL FLOTANTE*. Obtenido de

coursehero.com: [https://www.coursehero.com/file/169101187/REMOCION-D-](https://www.coursehero.com/file/169101187/REMOCION-D-MATERIAL-FLOTANTEpptx/)

[MATERIAL-FLOTANTEpptx/](https://www.coursehero.com/file/169101187/REMOCION-D-MATERIAL-FLOTANTEpptx/)

## 8 ANEXOS



Anexo Fotográfico 1. Bombas que extraen el agua del río Daule y que se conectan con las cisternas.



Anexo Fotográfico 2. Abrir llave de Bomba de Agua que conectan con el Río Daule para recolección de agua.



Anexo Fotográfico 3. Recolección de muestra de Bomba de Agua que conecta con el Río Daule.



Anexo Fotográfico 4. Tuberías de Bomba de Agua que van hasta la cisterna para su llenado.



Anexo Fotográfico 5. Revisión de manómetro para ver presión de agua en Bomba de Agua que conecta con el Río Daule.



Anexo Fotográfico 6. Recolección de muestra de Bomba de Agua que conecta con el Río Daule.



Anexo Fotográfico 7. Bombas de Agua que conectan con el agua potable de la puntilla.



Anexo Fotográfico 8. Recolección de muestra de agua potable proveniente de la Puntilla.



Anexo Fotográfico 9. Segunda Recolección de muestra de agua potable proveniente de la Puntilla.



Anexo Fotográfico 10. Cisterna de Agua potable proveniente de la puntilla.



Anexo Fotográfico 11. Medición de ph.



Anexo Fotográfico 12. Medición de oxígeno disuelto.



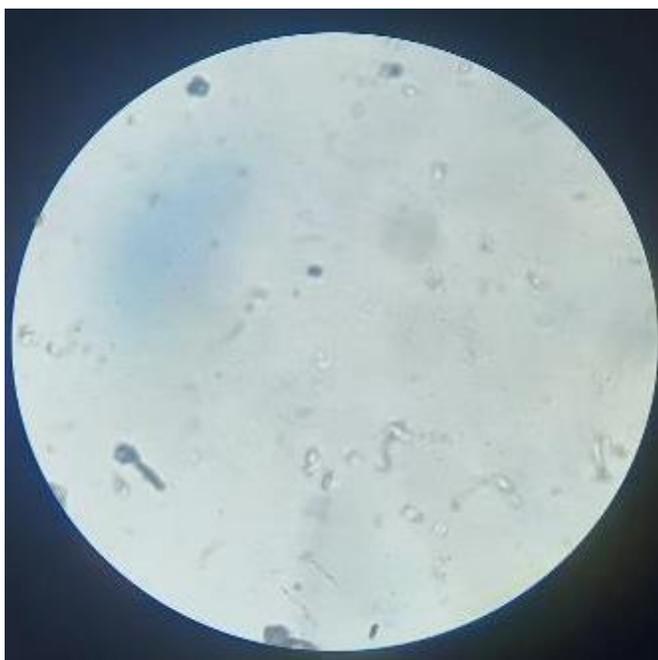
Anexo Fotográfico 13. Proceso para determinar el tipo de polímero.



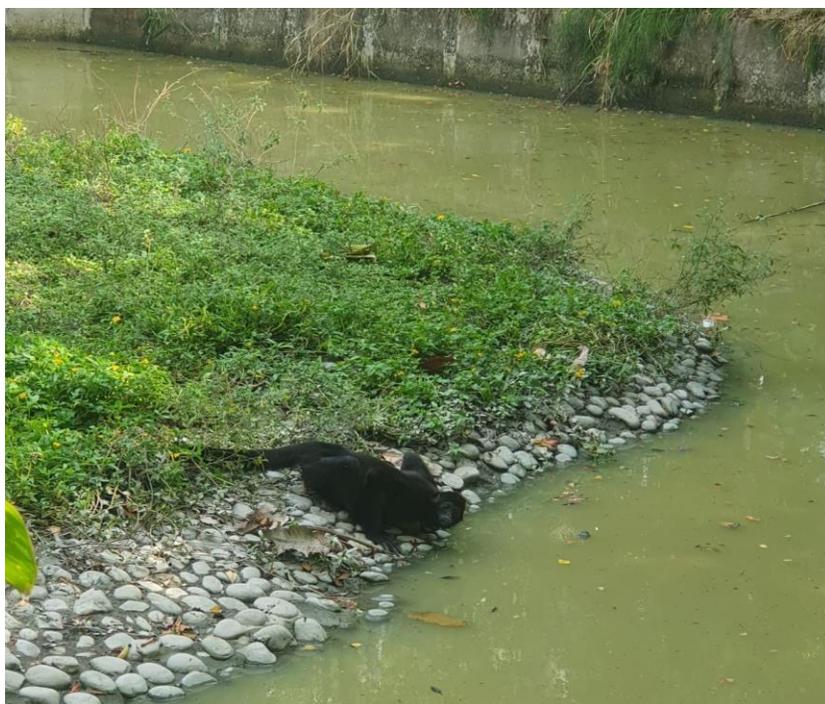
Anexo Fotográfico 14. Proceso para la extracción de microplástico.



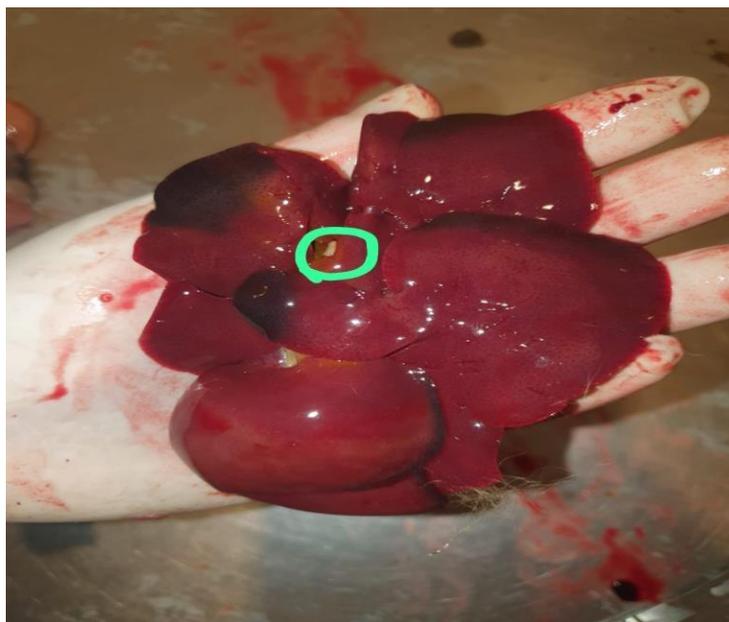
Anexo Fotográfico 15. Fibra de microplástico P1.



Anexo Fotográfico 16. Fibra de microplástico P2.



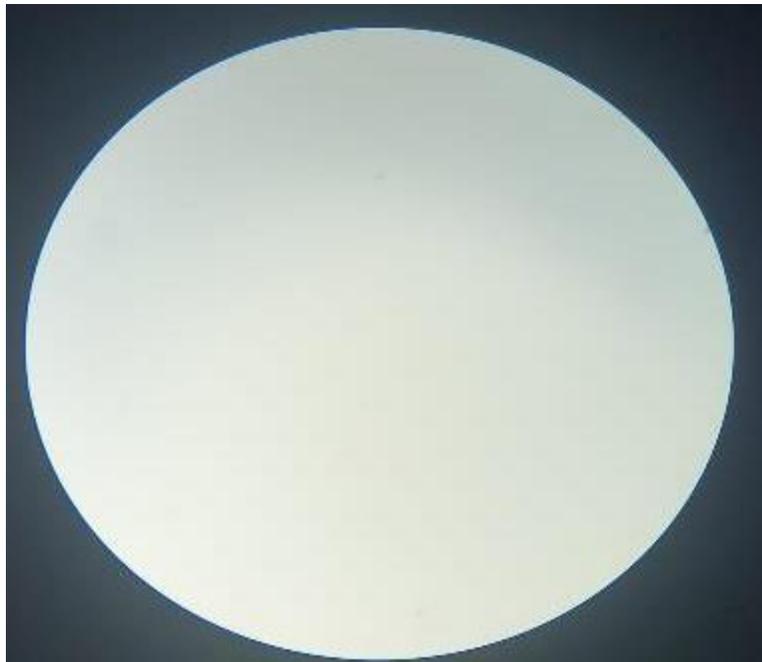
Anexo Fotográfico 17. Especie de fauna silvestre bebiendo agua contaminada por microplástico.



Anexo Fotográfico 18. Extracción de microplástico del hígado de una Nasua.



Anexo Fotográfico 19. Filtro ubicado en bomba y se dispone a sacar muestra de agua ya con filtro instalado.



Anexo Fotográfico 20. Muestra de agua con el filtro aprueba y podemos apreciar que se eliminó el microplástico.

Tabla 10. CRITERIO DE CALIDAD DE AGUAS PARA USO PECUARIO

PARAMETRO	EXPRESADO COMO	UNIDAD	VALOR MAXIMO
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico	As	mg/l	0,2
Boro	B	mg/l	5,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,05
Ci nc	Zn	mg/l	25,0
Cobalto	Co	mg/l	1,0
Cobre	Cu	mg/l	2
Cromo	<u>Cr</u> <sup>+6</sup>	mg/l	1,0
Mercurio	Hg	mg/l	0,01
Nitratos	NO <sub>3</sub>	mg/l	50
Nitritos	NO <sub>2</sub>	mg/l	0,2
Plomo	Pb	mg/l	0,05
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100ml	1000
Sólidos disueltos totale s	SDT	mg/l	3000

Tabla 11. Características físicas, sustancias inorgánicas y radioactivas

<b>PARAMETRO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>Límite máximo permitido</b>
<b>Características físicas</b>		
Color	Unidades de color aparente (Pt-Co)	15
Turbiedad	NTU	5
Olor	---	no objetable
Sabor	---	no objetable
<b>Inorgánicos</b>		
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 <sup>-</sup>	mg/l	0,07
Cloro libre residual*	mg/l	0,3 a 1,5 <sup>1)</sup>
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 <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	50
Nitritos, NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	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
<sup>1)</sup> 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 radionucleídos: <sup>210</sup> Po, <sup>224</sup> Ra, <sup>226</sup> Ra, <sup>232</sup> Th, <sup>234</sup> U, <sup>238</sup> U, <sup>239</sup> Pu ** Corresponde a la radiación emitida por los siguientes radionucleídos: <sup>60</sup> Co, <sup>89</sup> Sr, <sup>90</sup> Sr, <sup>129</sup> I, <sup>131</sup> I, <sup>134</sup> Cs, <sup>137</sup> Cs, <sup>210</sup> Pb, <sup>226</sup> Ra		