

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y
AMBIENTAL**



**DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE MICRO PLÁSTICOS EN LA
RIBERA DEL RÍO AMOJÚ EN JAÉN, CAJAMARCA –
PERÚ**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
FORESTAL Y AMBIENTAL**

AUTORES:

- **Bach. Farita Mariceny Alverca Orrego**
- **Bach. Jhorly Omar Martínez Martínez**

ASESOR:

- **Dr. Segundo Edilberto Vergara Medrano**

Línea de investigación: Conservación, manejo y aprovechamiento de los recursos naturales.

JAÉN - PERÚ, SETIEMBRE, 2024

NOMBRE DEL TRABAJO

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE MICRO PLÁSTICOS EN LA RIBERA DEL RÍO AMOJÚ EN JAÉN, CAJAMARCA – PERÚ

AUTOR

Farita Mariceny Alverca Orrego Jhorly Omar Martinez Martinez

RECUENTO DE PALABRAS

11514 Words

RECUENTO DE CARACTERES

61825 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

81 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

3.6MB

FECHA DE ENTREGA

Sep 9, 2024 3:59 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Sep 9, 2024 4:00 PM GMT-5

● **4% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 3% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 3% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Dr. Alexander Huamán Mera
Responsable de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Ley de Creación N° 29304
Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-
SUNEDU/CD

FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 01 de Octubre del año 2024, siendo las 10:00 horas, se reunieron los integrantes del Jurado:

Presidente : Dr. Juan Manuel Garay Roman
Secretario : Dra. Mariela Núñez Figueroa
Vocal : Hg. Annick Estegony Huaccha Castillo, para evaluar la Sustentación del Informe Final:

- () Trabajo de Investigación
(X) Tesis
() Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado: "Distribución Espacial de microplásticos en la ribera del río Amojé en Jaén, Cajamarca - Perú"



Presentado por estudiante/egresado o Bachiller: Jarita Mancay Alvarco Orrego, de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

- (X) Aprobar () Desaprobar (X) Unanimidad () Mayoría

Con la siguiente mención:

- | | | |
|----------------|------------|--------|
| a) Excelente | 18, 19, 20 | () |
| b) Muy bueno | 16, 17 | (17) |
| c) Bueno | 14, 15 | () |
| d) Regular | 13 | () |
| e) Desaprobado | 12 ó menos | () |

Siendo las horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.

10:00

Presidente

Secretario

Vocal

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Ley de Creación N° 29304
Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-
SUNEDU/CD

FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 01 de Octubre del año 2020, siendo las 19:00 horas, se reunieron los integrantes del Jurado:

Presidente : Dr. Juan Manuel Garay Roman
Secretario : Dra. Mariela Núñez Figueroa
Vocal : Mg. Annick Estefany Huaccha Castillo, para evaluar la Sustentación del Informe Final:

- Trabajo de Investigación
 Tesis
 Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado: "Distribución espacial de micro plásticos en la ribera del río Amajú en Jaén, Cajamarca - Perú"



Presentado por estudiante/egresado o Bachiller Jhorly Omar Martínez Martínez, de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

- Aprobar Desaprobar Unanimidad Mayoría

Con la siguiente mención:

- | | | |
|----------------|------------|-------|
| a) Excelente | 18, 19, 20 | () |
| b) Muy bueno | 16, 17 | (A) |
| c) Bueno | 14, 15 | () |
| d) Regular | 13 | () |
| e) Desaprobado | 12 ó menos | () |

Siendo las horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.

Presidente

Secretario

Vocal

ÍNDICE

	Pág.
ÍNDICE	II
ÍNDICE DE TABLAS	IV
INDICE DE FIGURAS	V
ÍNDICE DE ANEXOS	VII
RESUMEN	VIII
ABSTRACT	IX
I. INTRODUCCIÓN	10
II. MATERIALES Y MÉTODOS	12
2.1 Área de estudio	12
2.2 Distribución espacial de micro plásticos	14
2.3 Métodos, técnicas, procedimientos e instrumentos de recolección de datos	16
2.3.1 Fase de campo	16
2.3.2 Trabajo de laboratorio	18
2.3.3 Aplicación de cuestionario	20

III. RESULTADOS	23
3.1 Micro plásticos detectados en cada sector de muestreo	23
3.2 Distribución de micro plásticos por sectores según sus características cuantitativas	24
3.3 Distribución de micro plásticos por sectores según sus características morfológicas.....	28
3.4 Nivel de conocimiento de la población de Jaén sobre micro plásticos	30
IV. DISCUSIONES	36
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	39
5.1 CONCLUSIONES.....	39
5.2 RECOMENDACIONES	40
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42
AGRADECIMIENTO.....	42
DEDICATORIA.....	48
ANEXOS.....	49

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Sectores y áreas estudiadas en la ribera del río Amojú.....	12
Tabla 2 Micro plásticos presentes por sector de muestreo.....	23
Tabla 3 Sectores y áreas de muestreo georreferenciados	50
Tabla 4 Pesos de las muestras obtenidas en la ribera del río Amojú.....	52
Tabla 5 Pesos de las muestras secas por sector	54
Tabla 6 Peso de muestras después de tamizado	55
Tabla 7 Cantidad de solución de NaCl utilizado por sector.....	56
Tabla 8 Cuestionario aplicado a la población circudante a la ribera del río Amojú	57
Tabla 9 Micro plásticos identificados en la ribera del río Amojú.....	68
Tabla 10 Partículas de plástico identificadas en la ribera del río Amojú	80

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 <i>Sector de estudio de la cuenca del río Amojú</i>	13
Figura 2 <i>Sectores y áreas de muestreo</i>	15
Figura 3 <i>Sectores y áreas de muestreo del Amojú</i>	25
Figura 4 <i>Distribución espacial del número de micro plásticos en el sector estudiado del cauce del río</i>	17
Figura 5 <i>Cantidad de micro plástico según los sectores de muestreo</i>	26
Figura 6 <i>Tamaño promedio de micro plásticos por sector de muestreo</i>	27
Figura 7 <i>Colores de micro plásticos por sector de muestreo</i>	28
Figura 8 <i>Formas de micro plásticos por sector</i>	29
Figura 9 <i>Conocimiento sobre la pregunta ¿qué son los micro plásticos?</i>	30
Figura 10 <i>Conocimiento sobre la pregunta ¿cree usted que los micro plásticos son dañinos?</i>	30
Figura 11 <i>Conocimiento sobre la pregunta ¿se convierten los residuos plásticos en micro plásticos?</i>	31
Figura 12 <i>Conocimiento sobre la pregunta ¿los micro plásticos afectan a los animales y plantas?</i>	31
Figura 13 <i>Conocimiento sobre la pregunta: ¿existe micro plásticos en las redes de agua potable?</i>	32
Figura 14 <i>Conocimiento sobre la pregunta ¿existe medidas para reducir la presencia de micro plásticos?</i>	32
Figura 15 <i>Medidas recomendadas por la población para reducir micro plásticos</i>	33

Figura 16 <i>Conocimiento sobre la pregunta ¿cree usted que los micro plásticos generan enfermedades?</i>	34
Figura 17 <i>Conocimiento de la población sobre la presencia de micro plásticos en la sangre</i>	34
Figura 18 <i>Conocimiento sobre la pregunta ¿cree usted que los micro plásticos generan enfermedades?</i>	35
Figura 19 <i>Flujograma de procesos</i>	49
Figura 20 <i>Plataforma Google y herramienta formulario donde se realizó el cuestionario</i>	58
Figura 21 <i>Identificación de puntos críticos</i>	59
Figura 22 <i>Delimitación de sectores de muestreo</i>	60
Figura 23 <i>Identificación de área de muestreo</i>	60
Figura 24 <i>Colecta de muestra</i>	61
Figura 25 <i>Acondicionamiento de muestra</i>	61
Figura 26 <i>Pesado de muestras</i>	62
Figura 27 <i>Secado de muestras</i>	63
Figura 28 <i>Tamizado de muestras</i>	63
Figura 29 <i>Preparación de solución de NaCl para la separación de partículas</i>	64
Figura 30 <i>Mezcla de NaCl con las muestras</i>	65
Figura 31 <i>Filtrado de muestras</i>	66
Figura 32 <i>Identificación de características morfométricas y cuantitativas (color, forma, dimensión)</i>	67

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. <i>Flujograma de procesos</i>	49
Anexo 2. <i>Coordenadas geográficas de sectores y puntos de muestreo</i>	50
Anexo 3. <i>Pesos de las muestras obtenidas</i>	52
Anexo 4. <i>Peso de muestras secas</i>	54
Anexo 5. <i>Pesos de muestra según tamiz</i>	55
Anexo 6. <i>Cantidad de NaCl por sector</i>	56
Anexo 7. <i>Cuestionario de micro plásticos aplicada</i>	57
Anexo 8. <i>Panel fotográfico</i>	59
Anexo 9. <i>Panel fotográfico de trabajo de laboratorio</i>	62
Anexo 10. <i>Micro plásticos identificados</i>	68
Anexo 11. <i>Partículas de plásticos identificadas</i>	80

RESUMEN

La detección de micro plásticos en cuerpos de agua como ríos y mares ha suscitado preocupación entre la comunidad científica y diversas organizaciones debido a su potencial para ingresar al organismo humano, incluso a través del sistema circulatorio, y causar efectos adversos en la salud. En este estudio, se analizó la distribución y características de los micro plásticos, así como las zonas con alta concentración a lo largo de las orillas del río Amojú (desde el sector Monterrico hasta el sector la Catahua). Para ello, se emplearon técnicas de separación por densidad e identificación, complementadas con entrevistas a la población local para investigar sus prácticas de gestión de residuos y sus percepciones sobre el impacto de los micro plásticos. Los resultados revelaron la presencia de 35 partículas micro plásticas en seis puntos de muestreo, predominando las formas de fibras y láminas. Se identificaron seis áreas críticas de descarga de residuos, destacando especialmente el sector 4, cercano al puente Pakamuros, donde se hallaron 17 micro plásticos. Además, se constató que el 40% de los encuestados está consciente de esta forma de contaminación y que no se toma acciones al respecto. Este estudio ha contribuido significativamente a entender mejor el problema de los micro plásticos en el río Amojú, proporcionando datos cruciales para la formulación de políticas y estrategias destinadas a proteger la salud humana y el medio ambiente.

Palabras clave: partículas fibrilares, partículas laminares, contaminación en el río Amojú, puntos críticos de descarga, conciencia pública

ABSTRACT

The detection of microplastics in water bodies such as rivers and seas has raised concerns among the scientific community and various organizations due to their potential to enter the human body, even through the circulatory system, and cause adverse health effects. This study analyzed the distribution and characteristics of microplastics, as well as areas of high concentration along the banks of the Amojú river (from the Monterrico sector to the La Catahua sector). To achieve this, density separation and identification techniques were employed, complemented by interviews with the local population to investigate their waste management practices and their perceptions of the impact of microplastics. The results revealed the presence of 35 microplastic particles across six sampling points, with fibers and sheets being the predominant forms. Six critical waste discharge areas were identified, with sector 4, near the Pakamueros bridge, being particularly noteworthy, where 17 microplastics were found. Additionally, it was found that 40% of the respondents are aware of this form of contamination, yet no actions are being taken in response. This study has significantly contributed to a better understanding of the microplastic problem in the Amojú river, providing crucial data for the formulation of policies and strategies aimed at protecting human health and the environment.

Keywords: fibrillar particles, lamellar particles, pollution in the Amojú river, critical discharge points, public awareness

I. INTRODUCCIÓN

La gestión inadecuada de los desechos sólidos ha ocasionado contaminación ambiental de gran repercusión a nivel mundial. Este tipo de contaminación ha contribuido al fenómeno del calentamiento global, dando lugar a consecuencias como sequías e inundaciones, entre otros (García, 2023). Según Bracho y Fernández (2017), más del 80% de los cuerpos de agua presentan contaminantes en su composición, incluyendo micro plásticos, y señalan que el agua contaminada es responsable del 4% de las muertes a nivel mundial.

En la actualidad, las prácticas descuidadas de las personas están causando una mortalidad significativa, debido a la introducción desmesurada de micro plásticos en el entorno, los cuales representan una amenaza letal tanto para la fauna, la flora como para los seres humanos (Purca y Henostroza, 2017). García (2023) indica que los micro plásticos están presentes en una variedad de entornos, como alimentos, animales, agua potable e incluso se han detectado en las heces humanas, lo que enfatiza la urgencia de tomar medidas para proteger la salud pública.

Manrique (2020) señala que cada año se depositan más de 8 millones de toneladas de plásticos de diversa índole en el medio ambiente, y destaca que estos son arrastrados por la escorrentía hacia los ríos, desde donde llegan a los océanos. Parker (2024) menciona que aproximadamente se arrojan 10 cubos de plástico al medio ambiente por minuto en todo el mundo, lo que representa una amenaza seria para la humanidad. Por otro lado, Vásquez et al. (2021) estiman que, de no tomarse medidas, para el año 2025 habrá una tonelada de plástico por cada tres toneladas de pescado.

En Perú el Ministerio del Ambiente (MINAM, 2022) anticipa un notable aumento en la producción de plásticos en los próximos años superando la producción de 30 kg de plástico por persona al año. Según Parker (2022), en el año 2020 en Perú se generaron más de 367 millones de toneladas de diversos tipos de plástico, y se proyecta que para el año 2050 esta producción pueda ser hasta cinco veces mayor. Este incremento representa una preocupación significativa para la humanidad, dado que los micro plásticos resultan altamente tóxicos para los seres vivos en general.

Por consiguiente, múltiples organizaciones e investigadores consideran los micro plásticos como un tema de estudio de gran preocupación en la actualidad. Esto se debe a que varios estudios han evidenciado la presencia de micro plásticos en diversos órganos del cuerpo humano, incluso en la sangre (Velarde, 2024). Esta presencia se atribuye al proceso de bioacumulación de los micro plásticos por parte de plantas y animales, lo que podría ocasionar efectos tóxicos y problemas de salud cuando son ingeridos por los seres humanos (Huanaco, 2021).

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente y observando que el río Amojú recibe una gran cantidad de residuos tanto orgánicos como inorgánicos debido a las actividades humanas, como resultado de la falta de una cultura de disposición adecuada de los residuos sólidos. Se caracterizó los micro plásticos presentes en la ribera del río Amojú, se determinó la zona con mayor cantidad y diversidad de micro plásticos en la ribera del río Amojú y se evaluó el nivel de conocimiento de la población circundante a la ribera del río Amojú en Jaén – Cajamarca sobre los micro plásticos.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Área de estudio

El área de investigación se limitó geográficamente al cauce del río Amojú, desde la zona residencial de Monterrico hasta el límite del área habitada adyacente a la orilla del río Amojú, en el sector la Catahua. En este tramo se establecieron 6 sectores de muestreo (figura 1), cuyas coordenadas geográficas se presentan en la tabla 1. En cada sector de muestreo se definieron 10 áreas de muestreo (tabla 1).

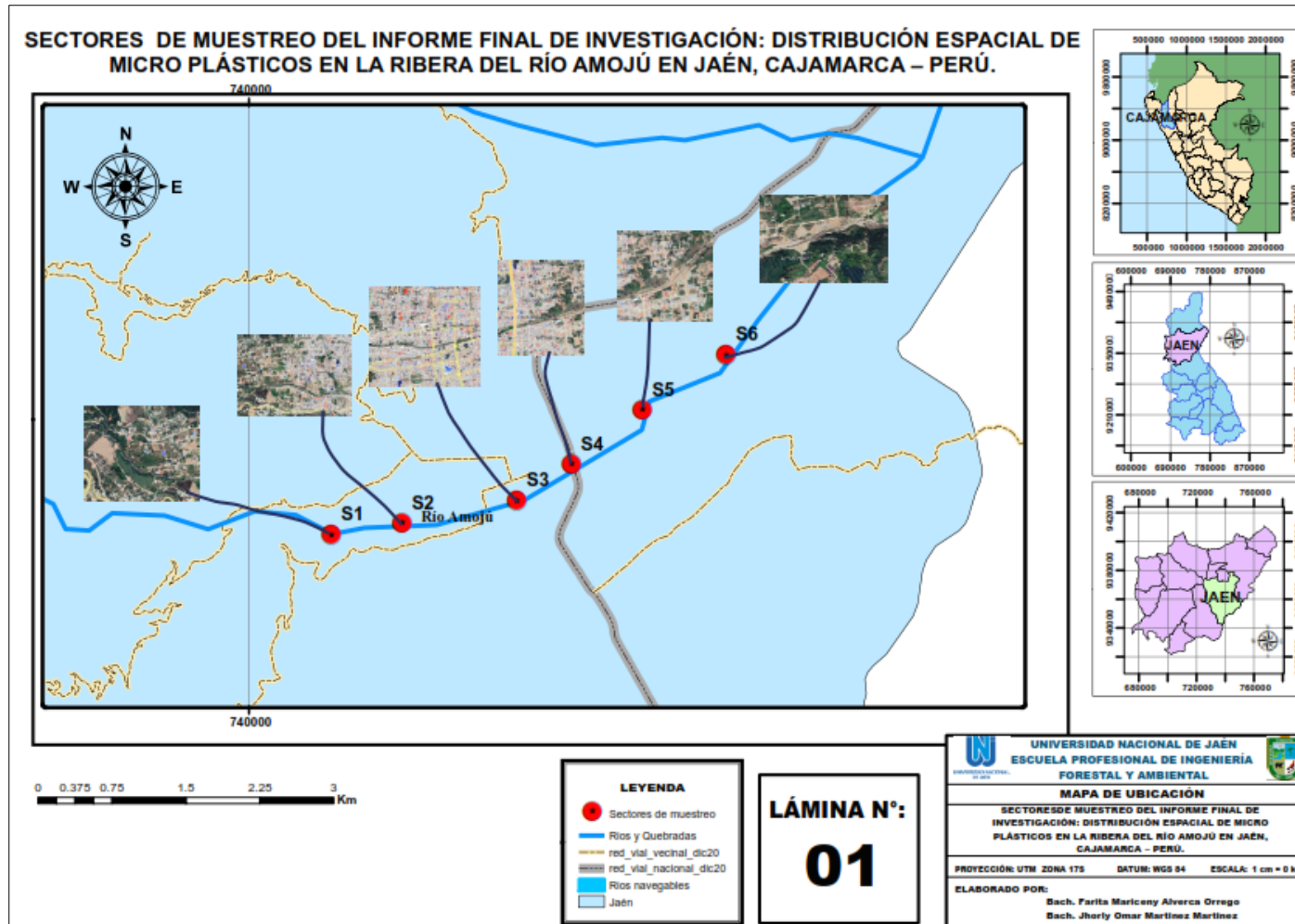
Tabla 1

Sectores estudiados en la ribera del río Amojú

Ubicación georreferencial de Sectores de muestreos		
Sector	Coordenadas UTM	
	X	Y
S1	740839.515	9367971.826
S2	741702.377	9368088.978
S3	742747.063	9368332.787
S4	743273.132	9368685
S5	74400.948	9369232.628
S6	744851.147	9369796.879

Figura 1

Sector de estudio de la cuenca del río Amojú

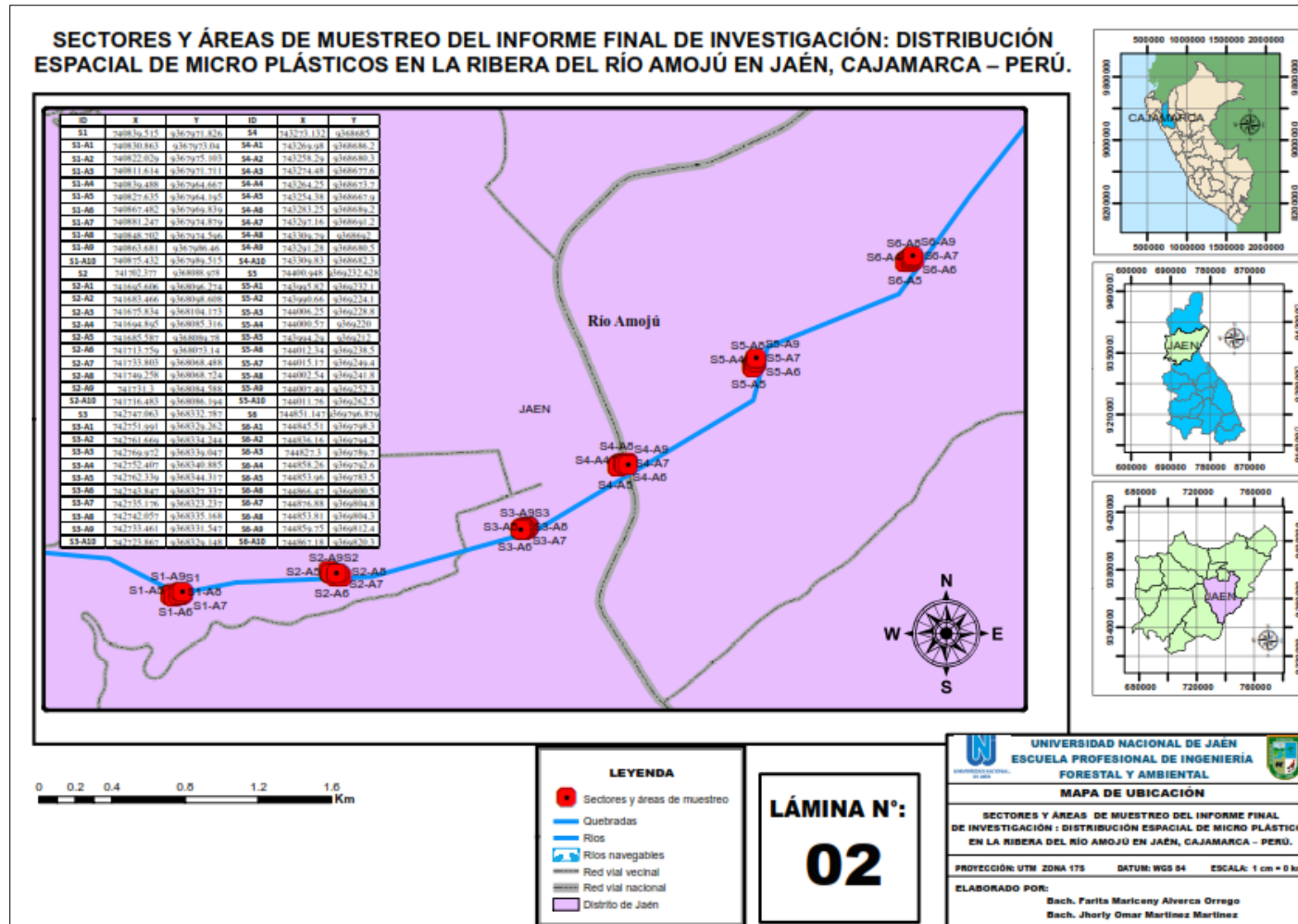


2.2 Distribución espacial de micro plásticos

La figura 2 se presenta los sectores de muestreo junto con las áreas investigadas. Es importante destacar que se estudiaron seis sectores de muestreo, y en cada uno de ellos se establecieron diez áreas de muestreo. El sector 4 presentó la mayor cantidad de micro plásticos (17 unidades), seguido por el sector 1 (8 unidades), el sector 6 (6 unidades), el sector 5 (3 unidades), el sector 3 (2 unidades) y el sector 2 (1 unidad).

Figura 2

Sectores y áreas de muestreo



2.3 Métodos, técnicas, procedimientos e instrumentos de recolección de datos

2.3.1 Fase de campo

2.3.1.1 Identificación de sectores de muestreo

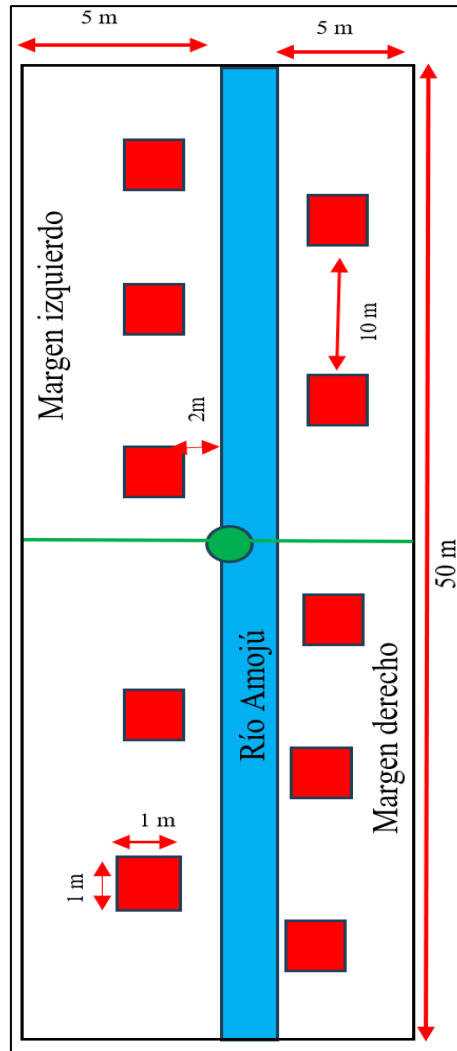
Los sectores de muestreo se establecieron de acuerdo con las recomendaciones de Margenat et al. (2021) y Benavente (2021). Se llevó a cabo un reconocimiento previo del área de estudio para identificar los puntos críticos con mayor presencia de residuos sólidos, la población circundante y otras actividades que podrían ser fuentes de contaminación por plásticos (figura 21). Basado en este análisis, se seleccionaron 6 sectores de muestreo (figura 1).

2.3.1.2 Delimitación de sectores de muestreo

Una vez identificados los puntos con mayor presencia de residuos sólidos y registrado sus coordenadas geográficas, se definieron las áreas de muestreo, siguiendo la recomendación de Sarker y Huda (2022), las cuales tenían dimensiones de 50 m de largo por 5 m de ancho. Es importante señalar que el área de estos sectores se consideró a una distancia de 2 m desde la orilla del río, considerando lo sugerido por Margenat et al. (2021) la estación de estiaje o vaciante. Además, dentro de cada sector se establecieron 10 subparcelas de muestreo, cada una con dimensiones de 1x1 m² y 2 cm de profundidad, separadas entre sí 10 m (figura 3).

Figura 3

Sectores y áreas de muestreo



Nota: El sector está indicado por el recuadro negro, las áreas están representadas por los recuadros rojos, el círculo verde señala el punto de referencia para instalar las áreas de muestreo en cada sector, el gráfico celeste representa al cauce del río Amojú y la línea verde hace referencia a la división de río arriba y río abajo.

2.3.1.3 Obtención de muestra

Una vez establecidas las áreas de muestreo con dimensiones de 1x1 m² y una profundidad de 2 cm, siguiendo las recomendaciones de Martínez y Quispe (2021) (figura 23). En estos cuadrantes, inicialmente se utilizó una pala y luego una espátula por su versatilidad para la obtención de la muestra de suelo, la cual fue depositada en una bolsa Ziploc de 16 cm x 15 cm y etiquetada para el correcto manejo de la muestra (figura 25). Posteriormente, las muestras de suelo fueron transportadas al laboratorio para su preparación y análisis.

2.3.2 Trabajo de laboratorio

En el laboratorio, se procedió de acuerdo con lo establecido por (Huanaco (2021) y Manrique (2019).

2.3.2.1 Pesado de muestras

- ✓ Se mezclaron las 10 muestras tal como se obtuvieron de cada sector.
- ✓ Se separó el material grueso presente en las muestras.
- ✓ Luego de separar el material grueso se procedió a pesar la muestra (figura 26).
- ✓ Una vez obtenido el peso total de la muestra, se retiraron 500 g y se procedió a secarla en la estufa (figura 26).

2.3.2.2 Secado de muestra

- ✓ La muestra (500 g) se expuso a una temperatura de 90°C por 12 horas dentro de la estufa (figura 27).
- ✓ Transcurridas las 12 horas, se pesó la muestra retirada de la estufa.

2.3.2.3 Tamizado de muestras

- ✓ Se emplearon 3 tamices de 2mm a 4.75 mm, 150 μm a 2 mm, 0 a 150 μm.
- ✓ Posteriormente las muestras se colocaron en un agitador mecánico para obtener una muestra homogénea (figura 28).

2.3.2.4 Preparación de la solución de NaCl para la separación de partículas

Se preparó una solución de NaCl con el propósito de separar a los micro plásticos de los demás materiales, es decir para lograr la flotabilidad de los micro plásticos, siguiendo el procedimiento de Balarezo et al. (2021), Huanaco (2021) y Manrique (2019):

- ✓ Se pesaron 120 g de soluto de NaCl (figura 29).
- ✓ Luego, se disolvió el NaCl en un vaso de precipitados con 1000 mL de agua destilada.
- ✓ Seguidamente, la solución se colocó en el test de jarras durante 20 minutos a 200 rpm (figura 30)
- ✓ Pasados los 20 minutos, se dejó reposar la solución durante 2 minutos.
- ✓ Después de los 2 minutos, se vertió la solución en una probeta de 1000 mL, separando las impurezas de NaCl durante el proceso.

2.3.2.5 Determinación de la solución de NaCl a agregar para cada muestra

Para determinar la cantidad de solución a utilizar por cada muestra, se empleó regla de tres simple, basada en lo siguiente:

$$\frac{120\text{g NaCl}}{\text{CM}} \quad \times \quad \frac{1\ 000\ \text{H}_2\text{O ml}}{\text{X}}$$

Donde:

CM: Cantidad de la muestra de cada tamiz

2.3.2.6 Mezcla de la solución de NaCl con las muestras

- ✓ Después de determinar la cantidad de solución de NaCl para cada muestra, se colocaron las muestras de cada tamiz en vasos de precipitados.
- ✓ Utilizando una probeta de 1000 ml, se añadió la solución de acuerdo con el peso de cada muestra por tamiz (tabla 6)
- ✓ Luego, la mezcla se sometió al test de jarras durante 20 minutos a 200 rpm.
- ✓ Posteriormente, las muestras se dejaron reposar durante 24 horas (figura 30).

2.3.2.7 Filtrado de muestras

- ✓ Después de las 24 horas de reposo, se separaron las partículas de mayor tamaño y se colocaron en placas Petri (figura 31).
- ✓ Luego, se filtró la mezcla para extraer los micro plásticos presentes en la solución y las partículas sedimentadas se colocaron en placas Petri para su observación en el estereoscopio trinocular LED con brazo de 7x -45x con cámaras de 5 MP. Cabe señalar que algunos micro plásticos quedaron adheridos al papel filtro, por lo que se observaron directamente para facilitar la obtención de datos.

2.3.2.8 Observación e identificación de micro plásticos

Se procedió determinar las características: tamaño, forma y color (figura 32).

2.3.3 Aplicación de cuestionario

Para la aplicación de la encuesta se consideró su aplicación de manera virtual, debido a los riesgos que representa su ejecución, ya que, viven personas de dudosa procedencia en los sectores y áreas de muestreo, por lo que, se aplicó un cuestionario compuesto de 10 preguntas (tabla 8) a una muestra de 382 personas de una población de 94 153 habitantes residentes en la ciudad de Jaén. El objetivo fue determinar el conocimiento que tiene la población sobre micro plásticos, para el cálculo de la muestra se utilizó la fórmula 1.

Fórmula 1: Cálculo del tamaño muestral la población

$$n = \left(\frac{N \times Z^2 \times p \times q}{e^2 \times (N - 1) + Z^2 \times p \times q} \right)$$

Donde:

- n= tamaño de muestra buscada = 382 personas
- N= Tamaña de universo = 94 153 (INEI, 2018)
- Z= nivel de confianza (95%)
- p = probabilidad de éxito, o proporción esperada (50%)
- Q = probabilidad de fracaso (50%)
- e = error máximo admisible (5%)

2.3.3.1 Análisis de datos

Se utilizó la plataforma de Google, específicamente la herramienta de formularios (figura 20).

2.3.4 Distribución espacial

Para realizar la distribución espacial de micro plásticos se ha realizado una interpolación por Kriging, utilizando el Arc Gis (figura 4), cabe precisar que la interpolación es un método que se usa para generar nuevos valores partiendo de unos ya conocidos. Para ello, se realizaron los siguientes pasos:

2.3.4.1 Interpolación

- En ArcMAP se utilizó la herramienta Kriging para realizar la interpolación, partiendo de un shapefile de puntos correspondientes a los sectores muestreados y un área de estudio, en este caso, la cuenca hidrográfica del río Amojú. La tabla de valores del shapefile de puntos representaba los datos de micro plásticos encontrados en el área de estudio.
- Posteriormente, se accedió a ArcToolbox, donde se dirigieron a la carpeta de herramientas de Spatial Analyst y, en la subcarpeta de interpolación, se seleccionó Kriging. Dentro de la herramienta Kriging, se ingresó el shapefile de tipo punto en la carpeta de entrada y se seleccionaron los datos de la cantidad de micro plásticos en el campo de valores Z.
- Para el método de Kriging, se optó por el método Universal y se configuraron los entornos necesarios para asegurar que el resultado se ajustara al área de estudio. A continuación, se seleccionó la extensión del procesamiento e ingresaron los valores del shapefile de tipo punto para definir el área de procesamiento.
- Finalmente, una vez determinada el área de procesamiento, se procedió a realizar un análisis de ráster para realizar una extracción por máscara, utilizando el shapefile de tipo polígono correspondiente a la cuenca del río Amojú. De este modo, se obtuvo la interpolación deseada.

2.3.4.2 Extracción del sector de estudios de formato ráster

- Para extraer el área de estudio del mapa ráster, se elaboró un mapa en formato shapefile de tipo polígono correspondiente al sector de estudio. A continuación, se creó un buffer de 300 m alrededor del área de interés.
- Posteriormente, se seleccionó el shapefile de tipo polígono del sector de estudio del río Amojú como entidad de entrada, se especificó una carpeta de salida para guardar el archivo, y se ingresaron 300 m como valor de distancia en el campo correspondiente.
- Luego, para realizar una extracción por máscara, se accedió a ArcToolbox, en la carpeta de herramientas de Spatial Analyst, y se seleccionó la opción de extracción por máscara en la subcarpeta de extracción.
- Finalmente, se ingresó el ráster de entrada en Kriging y se seleccionó el buffer de puntos ampliados como datos de la máscara de entidad. De este modo, se obtuvo el área de estudio en formato ráster.

III. RESULTADOS

3.1 Micro plásticos detectados en cada sector de muestreo

En la tabla 2 se muestra las características morfométricas (color y forma) y características cuantitativas (tamaño y cantidad de micro plásticos). El sector 4 presentó la mayor cantidad de micro plásticos (17 unidades), seguido por el sector 1 (6 unidades), el sector 6 (6 unidades), el sector 5 (3 unidades), el sector 3 (2 unidades) y el sector 2 (1 unidad).

Tabla 2

Morfometría de partículas de micro plásticos presentes por sector de muestreo

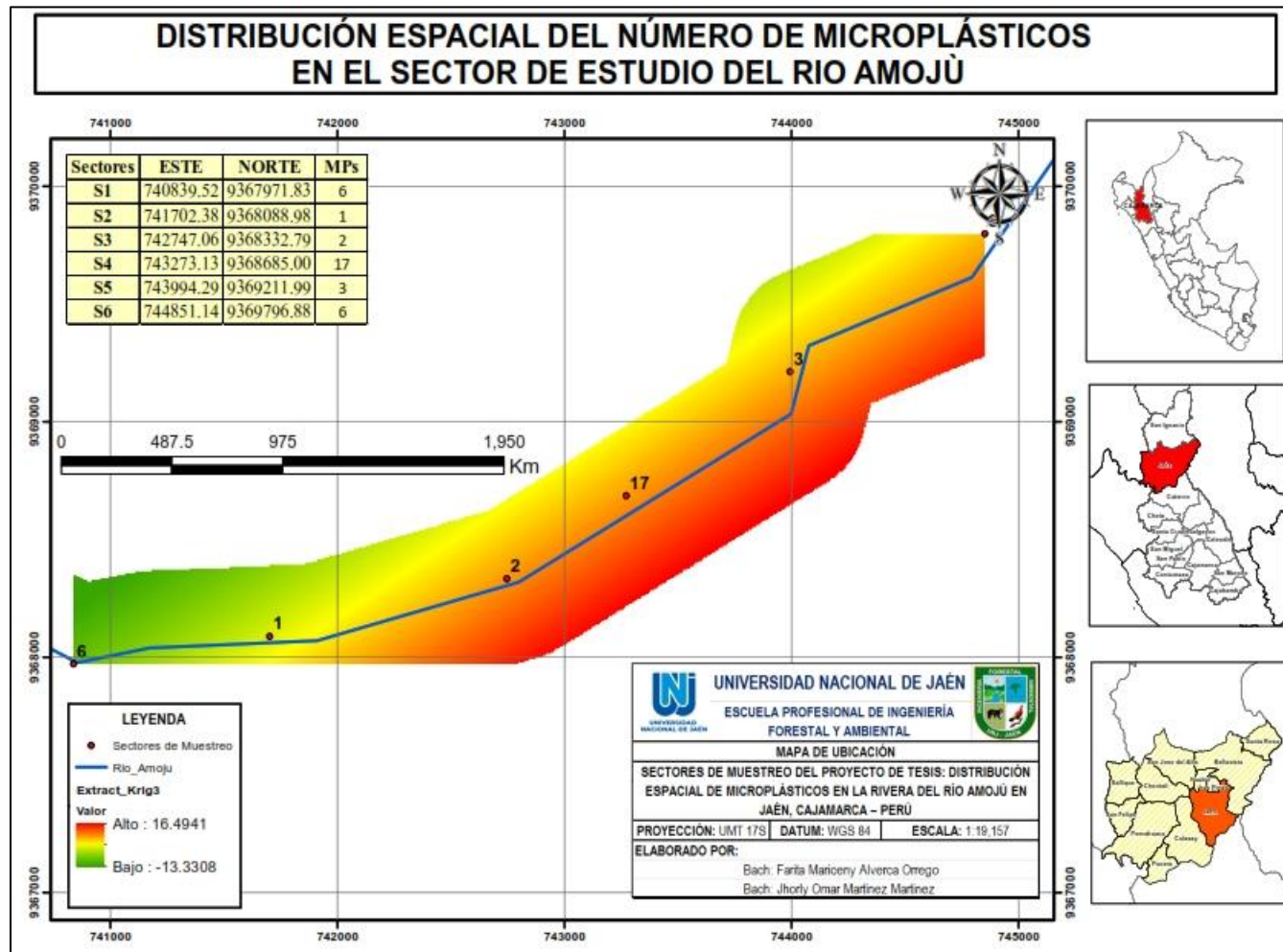
Sector	Cantidad	Características morfométricas		Características cuantitativas	Tabla 9 Fotografía
		Color	Forma	Tamaño/longitud /mm	
S1	6	Amarillo (5)	Laminares	3.962	1
			con bordes	2.618	2
			irregulares	2.944	3
			Fibrilares	1.472	4
			sinusoides	0.972	5
		Transparente (1)	Fibrilares sinusoides	1.232	6
S2	1	Amarillo	Laminar con bordes irregulares	1.7866	7
S3	2	Negro (1)	Laminares con bordes irregulares	0.202	8
		Azul (1)	Fibrilares sinusoides	4.549	9

Sector	Cantidad	Características morfológicas		Características cuantitativas	Tabla 9 Fotografía
		Color	Forma	Tamaño/longitud /mm	
S4	17	Azul (2)	Laminares	4.917	10
			con bordes irregulares	3.874	11
		Verde (1)	Fibrilares	2.828	12
			sinusoides	4.204	13
		Rojo (5)	Fibrilares sinusoides	0.751	14
				2.372	15
				2.320	16
				3.209	17
				0.756	18
		Blanco (4)	Laminares con bordes irregulares	3.62	19
				1.411	20
				1.633	21
				1.517	22
		Negro (5)	Fibrilares Sinusoides	1.773	23
				0.593	24
				4.828	25
				3.807	26
2.872	27				
Azul (3)	Laminares con bordes irregulares			2.510	28
		2.406	29		
		4.062	30		
S5	3	Blanco (3)	con bordes	3.223	31
			irregulares	3.443	32
		Azul (2)	Laminares	1.060	33
			con bordes	1.489	34
			irregulares	3.443	35
S6	6	Negro (1)	Fibrilares sinusoides		

En la figura 4 se muestra la distribución espacial del número de micro plásticos encontrados en el sector de estudio, donde el sector 4, 6 y 1 presentan la mayor cantidad de micro plásticos (17, 6 y 6 respectivamente). y el sector 2, 3 y 5 obtuvo la menor cantidad de micro plásticos (1,2 y 5 unidades de micro plástico).

Figura 4

Distribución espacial del número de micro plásticos en el sector estudiado del cauce del río Amojú

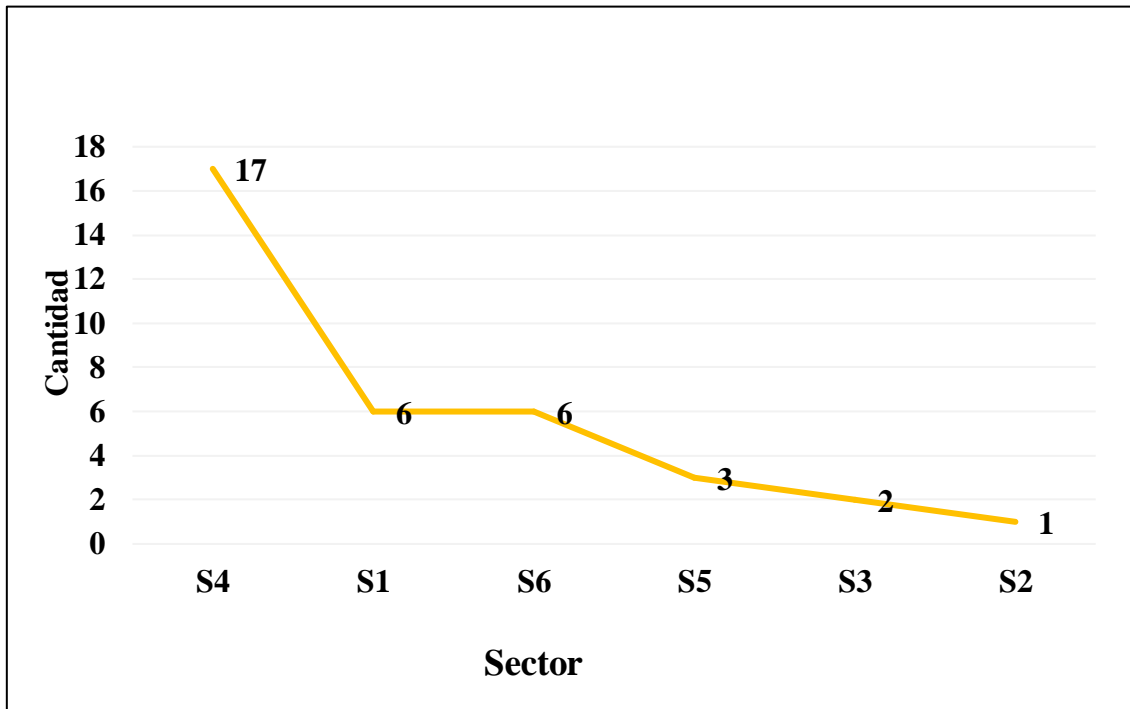


3.2 Distribución de micro plásticos por sectores según sus características cuantitativas

En la figura 5 se observa que la mayor cantidad de micro plásticos se encuentran distribuidos en el sector 4, con un total de 17 unidades, seguido por el sector 1 con 6 unidades, el sector 6 con 6 unidades, el sector 5 con 3 unidades, el sector 3 con 2 unidades y el sector 2 con solo 1 unidad de micro plástico.

Figura 5

Cantidad de micro plásticos según los sectores de muestreo



En la figura 6 se observa el tamaño promedio de micro plásticos distribuidos en cada sector, donde en el sector 6 presenta el mayor tamaño promedio con 2.79 mm, seguido por el sector 4 con 2.61 mm, el sector 5 con 2.6 mm, el sector 3 con 2.38 mm, el sector 1 con 2.37 y finalmente el sector 2 presenta el menor tamaño promedio con 1.79 mm.

Figura 6

Tamaño promedio de micro plásticos por sector de muestreo



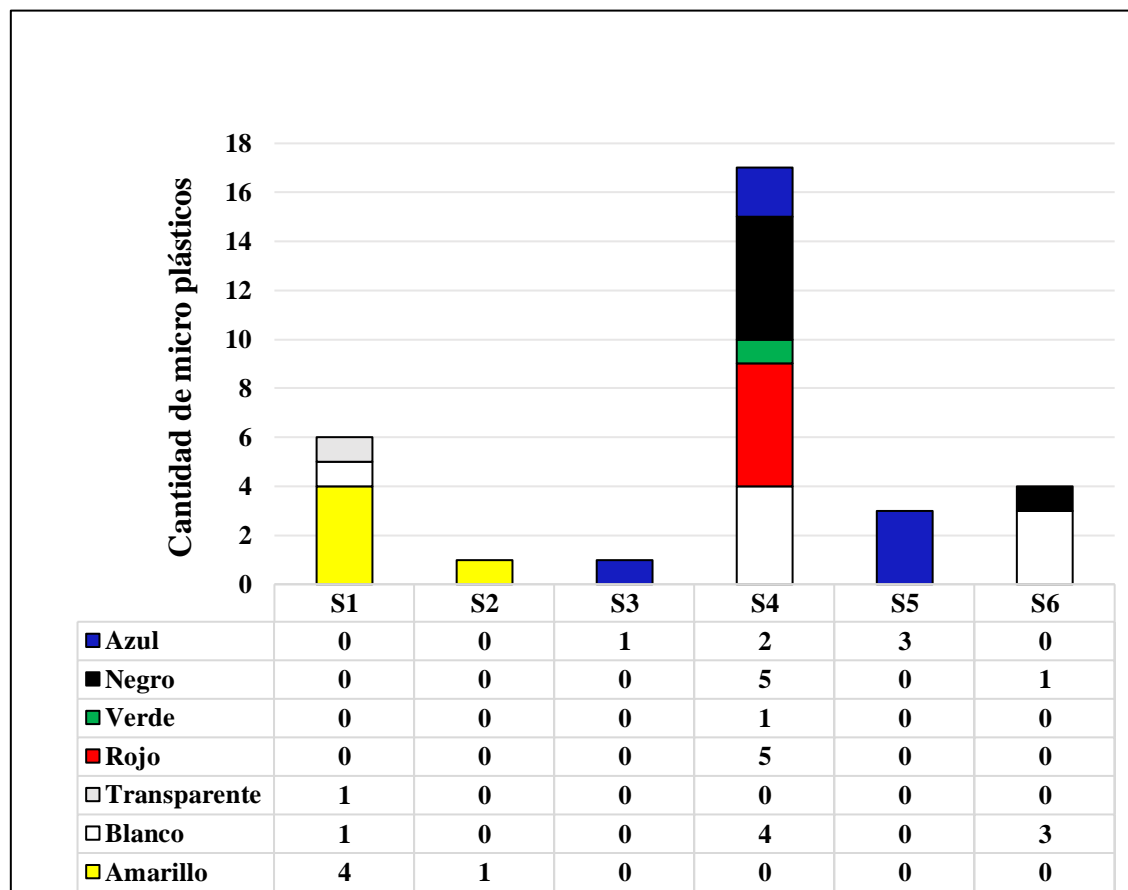
Los sectores están ordenados de acuerdo con el orden en que fueron identificados y a la altura siendo el sector 1 el más alto y el sector 6 el más bajo.

3.3 Distribución de micro plásticos por sectores según sus características morfológicas

En la figura 7 se muestra la distribución de colores de partículas de micro plásticos en los diferentes sectores. El sector 4 presenta mayor variedad con 5 colores, seguido del sector 1 con 3 colores. El sector 6 tiene dos colores, mientras que los sectores 2, 3 y 5 tienen un solo color de micro plástico cada uno.

Figura 7

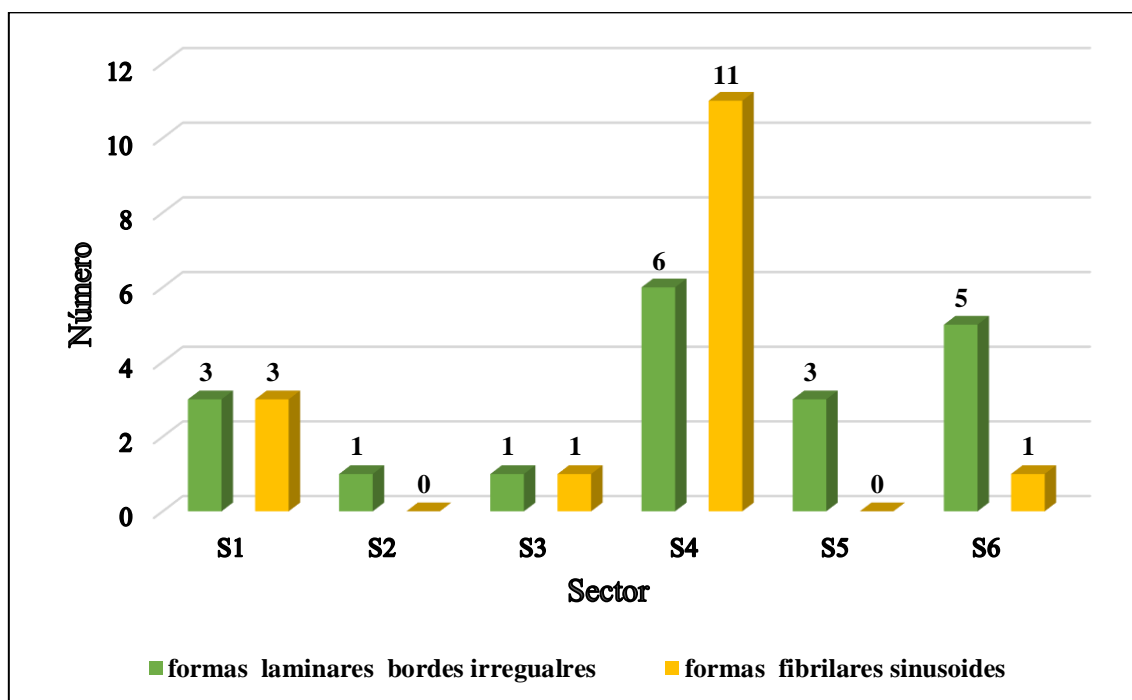
Número y color de micro plásticos según los sectores de muestreo



En la figura 8 se muestra las formas de micro plásticos presentes en cada sector de muestreo, donde existen principalmente formas tanto laminares con bordes irregulares como fibrilares sinusoides. El sector 4 presenta la mayor cantidad de formas sinusoides y formas laminares de bordes irregulares, seguidos por el sector 6 y 1. Por último los sectores 2 y 3.

Figura 8

Número y formas de micro plásticos por sector

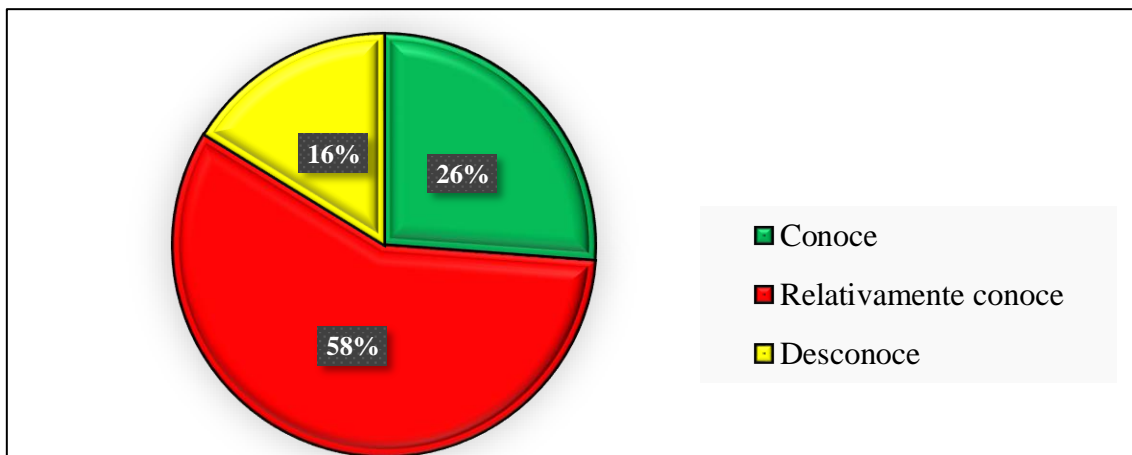


3.4 Nivel de conocimiento de la población de Jaén sobre micro plásticos

En la figura 9 se muestra que, de un grupo de 382 encuestados, el 58% tiene conocimiento sobre los micro plásticos, el 26% comprenden qué son, y un 16% no están familiarizados con este término.

Figura 9

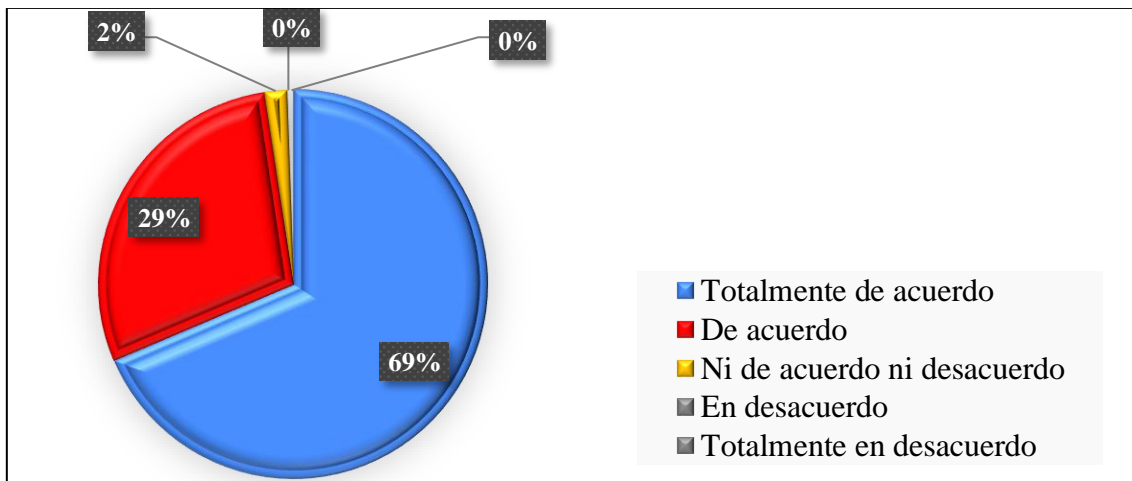
Conocimiento sobre la pregunta ¿qué son los micro plásticos?



En la figura 10 se muestra que, de un grupo de 382 encuestados, el 69% considera que los micro plásticos son perjudiciales, un 29% cree que lo son, y un 2% indica desconocer si tienen efectos negativos.

Figura 10

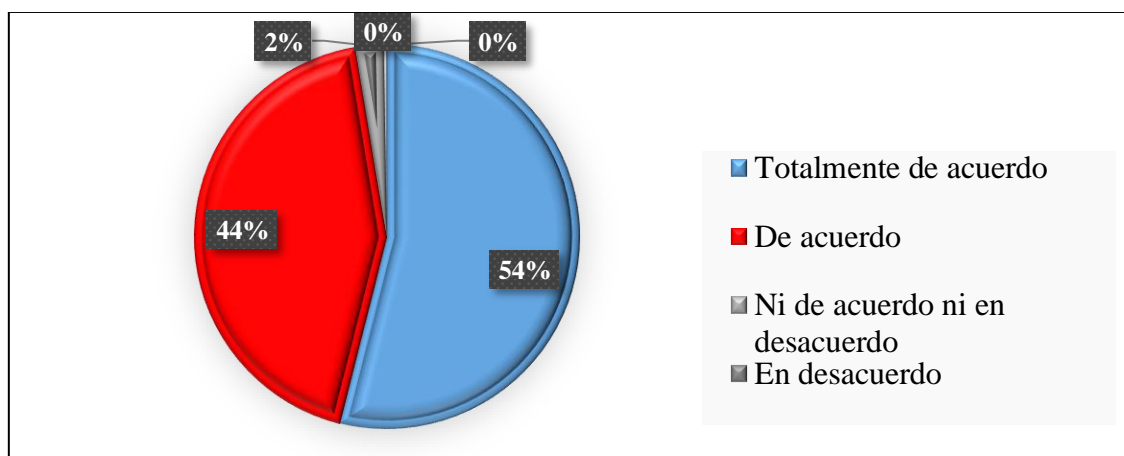
Conocimiento sobre la pregunta ¿cree usted que los micro plásticos son dañinos?



En la figura 11 se muestra que, de un grupo de 382 encuestados, el 54% tiene conocimiento de que los micro plásticos se originan a partir de los plásticos, el 44% piensa que sí se derivan de los plásticos, y un 2% está indeciso sobre este punto.

Figura 11

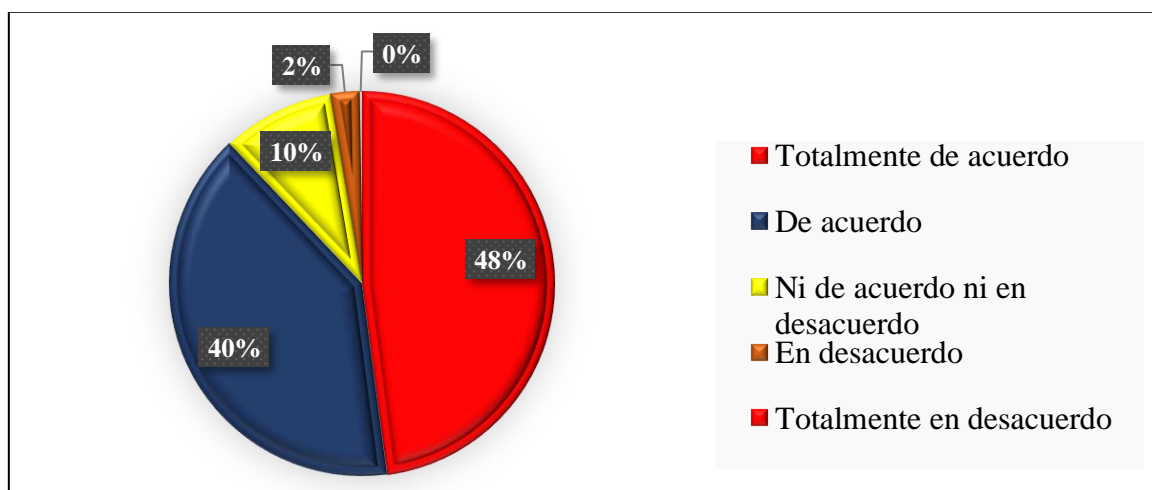
Conocimiento sobre la pregunta ¿se convierten los residuos plásticos en micro plásticos?



En la figura 12 se muestra que, de un grupo de 382 encuestados, el 48% tiene conocimiento de que los micro plásticos se acumulan en plantas y animales, un 40% cree que sí se acumulan, un 10% no está seguro si se acumulan o no, y un 2% afirma que no se acumulan.

Figura 12

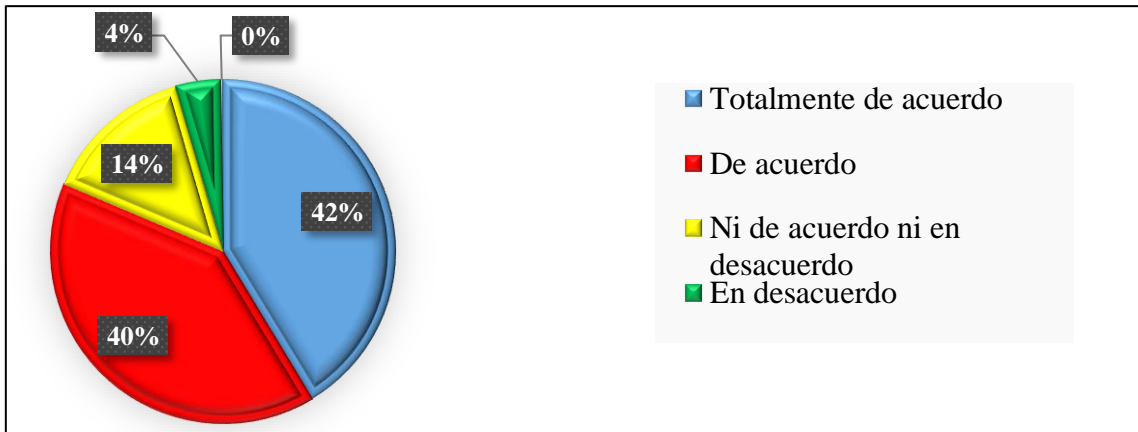
Conocimiento sobre la pregunta ¿los micro plásticos afectan a los animales y plantas?



En la figura 13 se muestra que, de un grupo de 382 encuestados, el 42% tiene conocimiento de la presencia de micro plásticos en las redes de agua, un 40% considera que podrían estar presentes, un 14% no está seguro si existen o no, y un 4% afirma que no existen.

Figura 13

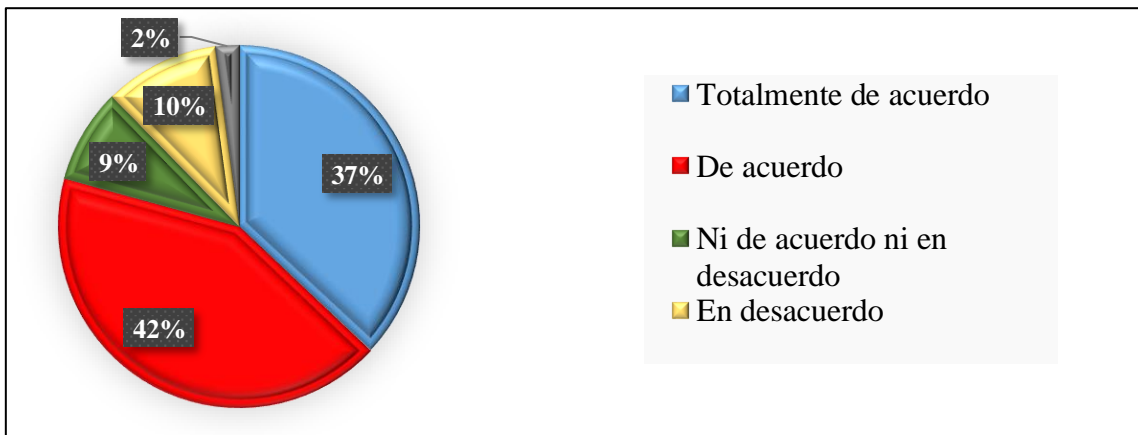
Conocimiento sobre la pregunta: ¿existe micro plásticos en las redes de agua potable?



La figura 14 revela que, dentro de una muestra de 382 encuestados, el 42% está al tanto de la opción de disminuir la presencia de micro plásticos, un 37% considera que podría ser una posibilidad, un 9% tiene dudas sobre su viabilidad, un 10% cree que no es posible reducir su presencia, y un 2% asegura que es imposible.

Figura 14

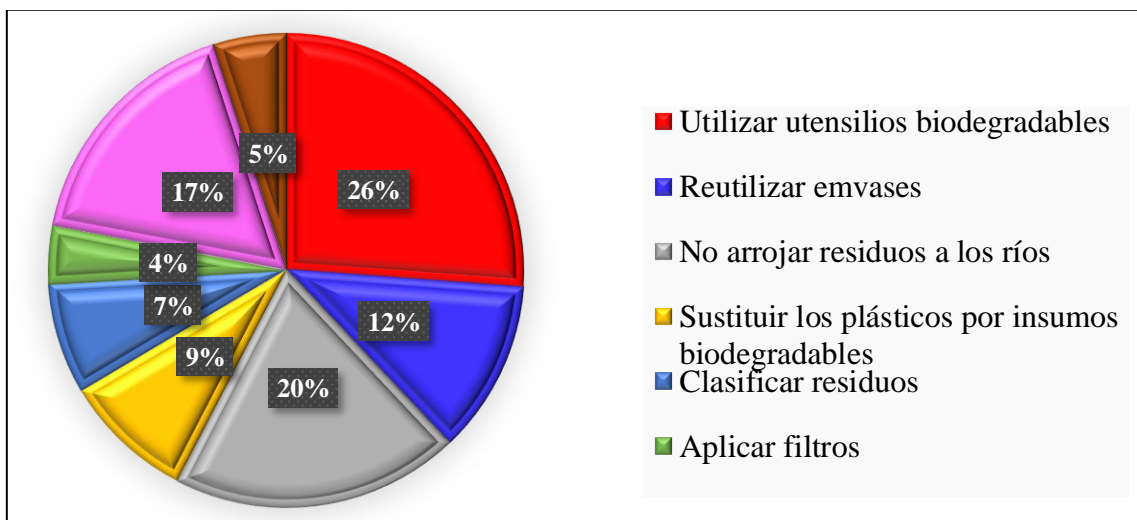
Conocimiento sobre la pregunta ¿existe medidas para reducir la presencia de micro plásticos?



En la figura 15 se muestra que, de una muestra de 382 encuestados, el 26% sugiere el uso de utensilios biodegradables como medida para reducir los micro plásticos, el 20% recomienda evitar arrojar residuos a los ríos, el 17% aboga por la concienciación de la población, el 12% propone la reutilización de envases, el 9% sugiere reemplazar los plásticos con materiales biodegradables, el 7% sugiere una correcta clasificación de residuos, el 5% propone la implementación de la economía circular con los micro plásticos, y el 4% sugiere la instalación de filtros en los cuerpos de agua.

Figura 15

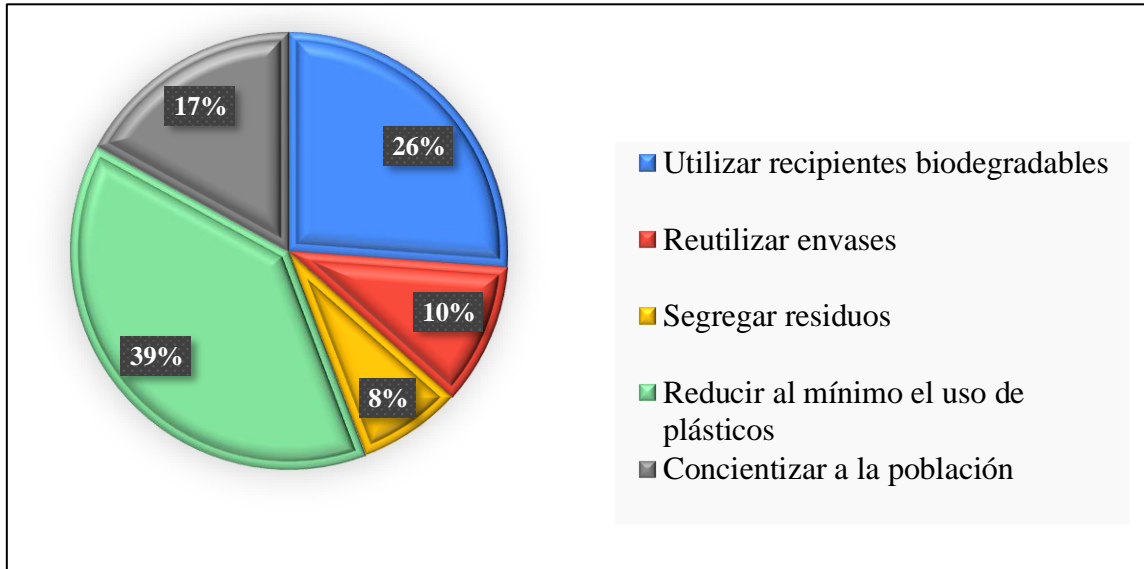
Medidas recomendadas por la población para reducir micro plásticos



En la figura 16 se muestra que, de una muestra de 382 encuestados, el 39% de los encuestados sugiere minimizar el uso de plásticos, el 26% recomienda el uso de recipientes biodegradables, el 17% aboga por la concienciación de la población, el 10% propone la reutilización de envases y el 8% sugiere la separación de residuos.

Figura 16

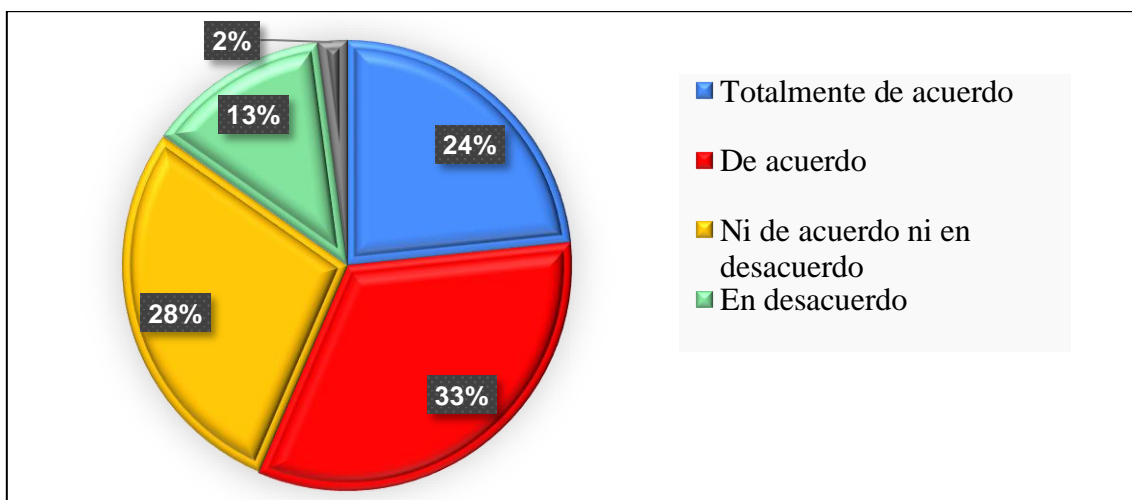
Medidas como consumidores para disminuir el aumento de micro plásticos



En la figura 17 se muestra que, de una muestra de 382 encuestados, el 33% considera que es probable que existan micro plásticos en la sangre, el 28% indica que podría haber o no, el 24% menciona que puede existir, el 13% tiene dudas al respecto, y el 2% afirma que es imposible que haya micro plásticos en la sangre.

Figura 17

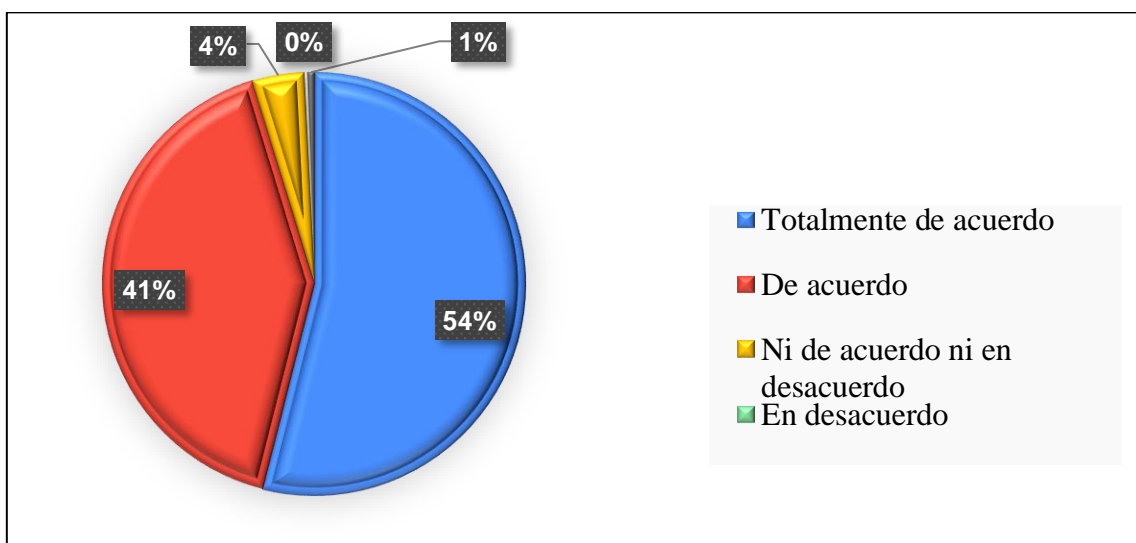
Conocimiento de la población sobre la presencia de micro plásticos en la sangre



En la figura 18 se muestra que, de una muestra de 382 encuestados, el 54% afirma que los micro plásticos causan enfermedades, el 41% cree que podrían causar enfermedades, el 4% no está seguro si tienen o no un efecto en la salud, y el 1% piensa que es posible que los micro plásticos generen enfermedades.

Figura 18

Conocimiento sobre la pregunta ¿cree usted que los micro plásticos generan enfermedades?



IV. DISCUSIÓN

Metodológicamente Huanaco (2019) propone que las parcelas de muestreo deberían tener una longitud de 60 m con un intervalo de muestreo de 10 m, y sugiere tomar solo tres muestras de sedimentos por parcela. Sin embargo, al comparar esta sugerencia con los resultados de la tabla 1, referido a la cantidad de micro plásticos, se observó una diferencia, es decir Huanaco encontró mayor cantidad de micro plásticos debió a que el muestreo fue planteado en dos épocas, época de avenida y época de estiaje, además definió 7 sectores de muestreo. Mientras que en la investigación actual solo se realizó en época de estiaje. Por otro lado, los muestreos solo fueron en tres días lo que implicó tener un menor número de muestras; debido al tamaño del área de muestreo, a la profundidad de la obtención de la muestra o por escorrentía previa a la fecha de muestreo.

Balarezo et al. (2021), Huanaco (2021) y Manrique (2019) refieren que se debe someter la solución de NaCl a la prueba de jarras a 60 rpm durante un periodo de 15 minutos. Al comparar con el procedimiento de la investigación se evidenció que es imposible obtener una mezcla homogénea a esta revolución y en este tiempo, ya que se realizó varias pruebas para finalmente lograr una la solución homogénea a 200 rpm durante un periodo de 20 minutos.

En las áreas de estudio, se observó la presencia de 35 unidades de micro plásticos posiblemente producto del deterioro y fragmentación de bolsas, recipientes u otros envases dispuestos inadecuadamente en las márgenes del río. Estos micro plásticos parecen ser el resultado de la disposición inadecuada de residuos en los márgenes del río Amojú por parte de la población, y han terminado transformándose en micro plásticos debido a condiciones climáticas, como señala Vásquez et al. (2021). En este sentido, se coincide con las afirmaciones de Bollaín et al. (2019), Vargas et al. (2021) y Castañeta et al. (2020), quienes indican que una de las razones más frecuentes de la presencia de micro plásticos en ríos, lagos y océanos es la disposición directa de residuos en estos cuerpos de agua o por su arrastre por las aguas pluviales.

En el estudio se encontró un total de 35 partículas de micro plásticos en las áreas de muestreo (sector), los cuales se identificaron de distintos colores como amarillo, blanco, negro, azul, verde, rojo y un transparente. Entre estos, los micro plásticos de color amarillo fueron los más frecuentes. Al comparar estos hallazgos con investigaciones previas como los de Javiera (2021), Oyón (2023) y Cisneros et al. (2021), que se refieren a la morfometría de micro plásticos, se confirma la presencia de fibras, fragmentos y otros tipos morfométricos de micro plásticos en los sedimentos de cuerpos de agua, los cuales también exhiben una variedad de colores como amarillo, rojo, azul, blanco y transparente.

Martínez y Quispe (2021) identificaron una variedad de formas de micro plásticos, incluyendo figuras irregulares, cuadradas, rectangulares, esferas, fibras alargadas y rígidas, y observaron una amplia gama de colores como rosado, blanco, azul, negro, verde, amarillo, rojo y celeste, siendo los de color celeste los más predominantes. En comparación con la investigación actual reveló la presencia de formas laminares con bordes irregulares y estructuras fibrilares en forma sinusoides. En términos de color, se encontraron micro plásticos amarillos, blancos, transparentes, negros, azules, verdes y rojos, siendo el amarillo el más predominante. Esta diferencia con el estudio de Martínez y Quispe podría explicarse que, por la presencia de recreos turísticos, mercados, construcciones, etc. en las áreas muestreadas en la investigación actual, pueden haber influido en la variedad de formas y colores de los micro plásticos observados.

Silvera (2023) determinó la presencia de varios tipos de micro plásticos tanto en el agua como en los sedimentos de la laguna El Oconal, como consecuencias de prácticas inadecuadas de disposición de residuos. Esta investigación coincide con el estudio mencionado, ya que señala que la inadecuada disposición de los residuos sólidos en el caso particular ha provocado la presencia de micro plásticos, en el río Amojú.

Respecto al conocimiento de la población aledaña al sector de estudio, sobre la problemática de micro plásticos, en la figura 9 se muestra que, el 58% tiene conocimiento sobre que son los micro plásticos, el 26% comprenden qué son, y un 16% no están familiarizados con este término; en la figura 13 el 69% de encuestados considera que los micro plásticos son perjudiciales para la salud, coincidiendo con lo suscrito con Center for International Environmental Law (2024), Parker (2024), Organización Mundial de la Salud (2023), Becerra (2023), Sarker et al. (2022) y Bollaín et al. (2019) que refieren que los micro

plásticos pueden provocar contaminación cruzada y afectar diversos sistemas del cuerpo humano (cardiovascular, renal, gastrointestinal, neurológico, reproductivo y respiratorio) pudiendo generar enfermedades como cáncer, diabetes y toxicidad neurológica, reproductiva, estrés oxidativo, reacciones inflamatorias y trastornos del metabolismo.

Respecto al conocimiento de la población aledaña al El 54% de los encuestados demuestra conocimiento sobre el origen de los micro plásticos, mientras que el 42% reconoce la presencia de micro plásticos en las redes de agua. Del mismo modo, el 42% de los encuestados afirma que es posible reducir la presencia de micro plásticos. En cuanto a las medidas para reducirlos, el 26% sugiere el uso de utensilios biodegradables, el 20% recomienda evitar arrojar residuos a los ríos, el 17% aboga por la concienciación de la población, el 12% propone la reutilización de envases, el 9% sugiere reemplazar los plásticos con materiales biodegradables, el 7% propone una correcta clasificación de residuos, el 5% propone la implementación de la economía circular con respecto a los micro plásticos, y el 4% sugiere la instalación de filtros en los cuerpos de agua. Por lo que hay una discrepancia con Castañeta (2020), Rojo (2023) y Pazos (2021) que refieren que la población no conoce sobre la problemática de micro plásticos, ya que, en la investigación actual se demostró que la población aledaña al río Amojú tiene conocimiento sobre los micro plásticos, medidas para reducir su incremento, lo que haría falta es crear una cultura de reducción de micro plásticos y aplicar medidas para reducir el uso de plásticos.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Se determinó la presencia de 35 micro plásticos en 6 sectores de muestreo, los mismos que presentaban colores como: amarillo, blanco, transparente, negro, azul, verde y rojo.
- Existe 6 puntos críticos de arrojó de residuos sólidos en la ribera del río Amojú, comprendido desde el sector Monterrico hasta el sector la Catahua.
- El punto más crítico de arrojó de residuos está ubicado en el sector 4 a la altura del puente Pakamuros.
- El sector 6 presenta el mayor tamaño promedio con 2.79 mm, seguido por el sector 4 con 2.61 mm, el sector 5 con 2.6 mm, el sector 3 con 2.38 mm, el sector 1 con 2.37 y finalmente el sector 1 presenta el menor tamaño promedio con 1.79mm.
- Un 26% de la población tiene conocimiento sobre qué son los micro plásticos, mientras que un 29% es consciente de que estos materiales son perjudiciales. Además, un 40% de los encuestados reconoce que los micro plásticos representan una amenaza tanto para los animales como para los seres humanos, y otro 40% está al tanto de su presencia en las redes de agua y sangre de humanos. Estas cifras evidencian una conciencia parcial entre la población sobre los riesgos asociados con los micro plásticos, lo que resalta la necesidad de una mayor educación y sensibilización en este ámbito.
- Este estudio ha contribuido a comprender mejor la problemática de los micro plásticos en la ribera del Río Amojú, proporcionando información valiosa para la toma de decisiones y el desarrollo de estrategias para proteger la salud ambiental y humana.

5.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda hacer estudios del cauce de la parte baja del río para determinar si existe una mayor concentración de micro plásticos en esta zona como consecuencia del arrastre de los mismo en épocas de avenida.
- Se recomienda a la Municipalidad Provincial de Jaén y Universidad Nacional de Jaén trabajar un plan de reducción de uso de plásticos y concientización de segregación de residuos sólidos para evitar el incremento de micro plásticos en el río Amojú.
- Se recomienda trabajar con parcelas de muestreo de mayor tamaño, por ejemplo, de 80 m de longitud por 10 m de ancho, y subdividir estas parcelas en áreas de muestreo más pequeñas de 2 m por 2 m, con un espaciado de 5 m entre ellas. Además, se sugiere recolectar una muestra de sedimento de cada área de muestreo para obtener datos más precisos y certeros.
- Se recomienda establecer y aplicar políticas estrictas que limiten la producción y el uso de plásticos de un solo uso, como bolsas, botellas y utensilios desechables. Esto contribuiría significativamente a reducir la cantidad de plásticos que eventualmente se fragmentan en micro plásticos.
- Es crucial desarrollar campañas educativas dirigidas a la población sobre los impactos de los micro plásticos en el medio ambiente y la salud humana. Estas campañas deben promover prácticas sostenibles como la reducción, reutilización y reciclaje de plásticos.
- Fortalecer y ampliar los sistemas de recolección y gestión de residuos sólidos, especialmente en áreas cercanas a cuerpos de agua, para evitar que los desechos plásticos lleguen a los ríos. Esto incluye la instalación de más contenedores de reciclaje y la mejora de las instalaciones de tratamiento de aguas residuales.
- Iniciar proyectos de limpieza y restauración de ríos que incluyan la remoción de micro plásticos de los sedimentos. Esto no solo reduce la contaminación actual, sino que también ayuda a restaurar el equilibrio ecológico de los ríos.
- Promover la investigación y el desarrollo de alternativas biodegradables a los plásticos tradicionales, así como ofrecer incentivos a las empresas que adoptan estos materiales, puede reducir la cantidad de plásticos que terminan en los ecosistemas acuáticos.

- Establecer programas de monitoreo continuo para identificar y controlar las fuentes puntuales de contaminación por plásticos en los ríos. Esto incluye la supervisión de industrias, vertederos y actividades agrícolas que puedan estar contribuyendo al problema, y la aplicación de sanciones en casos de incumplimiento de las normativas ambientales.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abarca, A., y Mejía, K. (2023). *Evaluación de micro plásticos en sedimentos del río Milagro - Zona Centro*. [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica de Salesiana]. Repositorio institucional. [tps://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/26109/1/UPS-GT004624.pdf](https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/26109/1/UPS-GT004624.pdf)
- Acosta, G., Carrillo D. V., y Caballero, J. A. (2022). Micro plásticos en agua y en organismos. *Ciencia*, 73(2), 14-21. https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/73_2/PDF/04_73_2_1431_Microplasticos_Agua.pdf
- Balarezo, E. X., y Barbecho, E. J. (2021). *Evaluación de los métodos de recolección, identificación y cuantificación de Micro plásticos en ecosistemas hídricos*. [Tesis de pregrado, Universidad de Cuenca]. Repositorio institucional. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/35591>
- Becerra, E. (2023). *Caracterización de los micro plásticos presentes en el sedimento del bosque del manglar del Parque Nacional Manglares de Old Point, San Andrés, Colombia*. [Tesis de pregrado, Universidad Autónoma de Occidente]. Repositorio institucional. <https://hdl.handle.net/10614/15135>
- Benavente, V. (2021). *Determinación de la presencia de micro plásticos en nueve playas de Camaná – Arequipa - Perú y programa de sensibilización*. [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Santa María]. Repositorio institucional. <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/UCSM/10594/44.0718.II.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bollaín, C., y Vicente, D. (2019). Presencia de micro plásticos en aguas y su potencial impacto en la salud pública. *Revista Española de Salud Pública*, 93(28), 1-10. https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-57272019000100012
- Bracho, I. A., y Fernández, R. M. (2017). Evaluación de la calidad de las aguas para consumo humano en la comunidad. *Minería y Geología*, 33(3), 341-352. <https://www.redalyc.org/pdf/2235/223551846007.pdf>

- Castañeta, G., Gutiérrez, A. F., Nacaratte, F., y Manzano, C. A. (2020). Micro plásticos: un contaminante que crece en todas las esferas ambientales, sus características y posibles riesgos para la salud pública por exposición. *Revista Boliviana de Química*, 37(3), 160-175. <https://www.redalyc.org/journal/4263/426365043004/html/>
- Centeno Chacón, M. A., y Valverde Tapia, K. L. (2022). *Análisis de la presencia de microplástico a través del índice de vegetación diferenciada con imágenes satelitales en Los Manglares Cayapas Mataje, Rio Muisne e Isla Santay*. [Tesis de posgrado, Universidad de las Fuerzas Armadas]. Repositorio institucional. <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/32521/1/T-ESPE-052493.pdf>
- Center for International Environmental Law. (2024). *Plástico y salud: los costos ocultos de un planeta plástico*. <https://www.ciel.org/plasticandhealth/>
- Cisneros, P., Montero, P., y Guevara, M. (2021). Registro de fragmentos y fibras de plástico en sedimentos marinos, Tumbes, Perú. *Instituto del Mar del Perú*, 48(3), 1-6. <https://hdl.handle.net/20.500.12958/3583>
- De Brito, F. L., Cordeiro, M., Soares, S. J., y Campos, M. M. (2020). Quali-Quantitative evaluation of microplastics in sediments and in the water column in Canto das Águas balneário-Glória/ BA and Prainha balneário -Paulo Afonso / BA. *Braz. J. of Develop., Curitiba*, 6(2), 8439-8453. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n2-233>
- García, G. (2023). *Conoce los efectos de los micro plásticos en la salud*. <https://thefoodtech.com/nutricion-y-salud/conoce-los-efectos-de-los-microplasticos-en-la-salud/>
- Hernández, E., y Damián, D. F. (2018). *Evaluación de micro plásticos en sedimentos del Rio Tecate*. [Tesis de posgrado, Universidad Autónoma de Baja California]. Repositorio institucional. <https://repositorioinstitucional.uabc.mx/bitstream/20.500.12930/5125/1/TIJ129572.pdf>
- Huanaco, R. (2021). *Diagnóstico de la presencia de micro plásticos en sedimentos laterales en la cuenca baja del Río Rímac*. [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio institucional. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/2050012404/19416>

- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2018). *Resultados Definitivos de Cajamarca*. https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1558/06TOMO_01.pdf
- Javiera, L. J. (2021). *Metodología para la toma de muestras de micro plásticos en playas de ríos*. [Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica metropolitana]. Repositorio institucional. <https://repositorio.utem.cl/bitstream/handle/30081993/1315/21087.Lucero.2021.pdf?sequence=1>
- Lara, Z., Mostajo, M., y Ochoa, M. (2020). Detección y cuantificación de micro plásticos en el sistema de agua potable de la ciudad del. *Cantua*, 19(1), 1-6. <file:///C:/Users/DELL/Downloads/1354-Texto%20del%20art%C3%ADculo-4635-1-10-20240320.pdf>
- Manrique, R. E. (2019). *Micro plásticos en sedimentos fluviales de la cuenca baja y desembocadura del río Jequetepeque, Perú*. [Tesis de posgrado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio institucional. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/15030>
- Margenat, H., Ruiz, L. F., Cornejo, D., Martí, E., Vila, A., Le Roux, G., . . . Guasch, H. (2021). *Guía de procedimientos y métodos validados en campo*. https://digital.csic.es/bitstream/10261/241615/6/Field_Guidelines_Spanish_20211130.pdf
- Martínez, J. L., y Quispe, M. J. (2021). *Caracterización de Micro plásticos en sedimentos fluviales de la cuenca baja y desembocadura del Río Lurín y Chillón, 2021*. [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio institucional. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/73970/Martinez_RJL-Quispe_VMJ-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ministerio del Ambiente. (2022). *Cifras del mundo y el Perú*. <https://www.minam.gob.pe/menos-plastico-mas-vida/cifras-del-mundo-y-el-peru/>
- Organización Mundial de la Salud. (2023). *Expertos discuten el impacto de los micro plásticos en la salud y alertan del aumento de su propagación*.

<https://www.paho.org/es/noticias/16-8-2023-expertos-discuten-impacto-microplasticos-salud-alertan-aumento-su-propagacion>

- Oyón, A. (2023). *Micro plásticos en sedimentos del Golfo de Cádiz*. <http://hdl.handle.net/10498/29367>
- Parker, I. (2024). *Los micro plásticos ya están en nuestros cuerpos. ¿Cuánto nos dañan?* <https://www.nationalgeographic.com/medio-ambiente/2022/04/los-microplasticos-y-estran-en-nuestros-cuerpos-cuanto-nos-danan>
- Pazos, R. S. (2021). *Estudio de micro plásticos en la columna de agua, sedimento intermareal y biota residente en la costa del estuario del Río de la Plata (Franja Costera Sur)*. [Tesis de doctorado, Universidad Nacional la Plata]. Repositorio institucional. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/116621>
- Purca, S., y Henostroza, A. (2017). Presencia de micro plásticos en cuatro playas arenosas de Perú. *Revista peruana de biología*, 24(1), 101 - 106. <http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v24i1.12724>
- Rojo, D. (2022). *Micro plásticos en sedimentos costeros y marinos del litoral de la región de murcia y en dorada (Sparus aurata) como especie de interés comercial*. [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica de Cartagena]. Repositorio institucional. <https://repositorio.upct.es/handle/10317/12361>
- Romero, J. P. (2020). *Microplásticos en sedimento - agua y su relación en las épocas avenida - estiaje en el río Huallaga tramo Tambillo - Moyuna, Leoncio Prado – Huánuco, 2020*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio institucional. <https://hdl.handle.net/20.500.14292/2478>
- Ruiz, J. B. (2021). *Evidenciación de la presencia de microplásticos en agua, sedimento y tracto digestivo de tilapia (Oreochromis aureus) proveniente de la laguna de Catemaco, Veracruz*. [Tesis de pregrado, Instituto Tecnológico Superior de San Andrés Tuxtla]. Repositorio institucional. <https://rinacional.tecnm.mx/jspui/handle/TecNM/1210>

- Sarker, S., y Huda, S. (2022). Transferencia trófica de micro plásticos en el ecosistema acuático del bosque de manglar de Sundarbans, Bangladesh. *Ciencia del Ambiente Total*, 838(2). <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S004896972202993X>
- Serna M, E. (2020). *Desarrollo e innovación en ingeniería* (Quinta Edición ed.). Medellín: Editorial Instituto Antioqueño de Investigación. https://www.researchgate.net/profile/Edgar-Serna-M/publication/344418690_Desarrollo_e_innovacion_en_Ingenieria_5/links/5f739925a6fdcc0086482363/Desarrollo-e-innovacion-en-Ingenieria-5.pdf#page=10
- Vargas, C. M., Gutiérrez, J. A., Vélez, D. A., Gómez, M. A., Aguirre, D. A., Quintero, L. A., y Franco, J. C. (2021). Gestión del manejo de residuos sólidos: un problema ambiental en la universidad. *Redalyc*, 50(50), 117-152. <https://doi.org/10.14482/pege.50.628.445>
- Vásquez, D., Molina, A., y Duque, G. (2021). Distribución espacial y aumento a través del tiempo de micro plásticos en sedimentos de la Bahía de Buenaventura, Pacífico colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 50(1), 27-42. <https://aquadocs.org/handle/1834/41669>
- Velarde, L. M. (2024). *Efectos potenciales de los micro plásticos en la salud humana*. [Tesis de pregrado, Universidad de Sevilla]. Repositorio institucional: <https://hdl.handle.net/11441/133051>

AGRADECIMIENTO

A mi asesor el Dr. Segundo Edilberto Vergara Medrano por su paciencia, apoyo y aportes para llevar a cabo el desarrollo de la presente tesis.

Farita y Omar

DEDICATORIA

Este proyecto de tesis se lo dedico a mis padres por darme la oportunidad de estudiar una carrera profesional, por el esfuerzo y sacrificio que hicieron para apoyarme durante el proceso de formación académica y lograr terminar mi Carrera Profesional de Ingeniera Forestal y Ambiental.

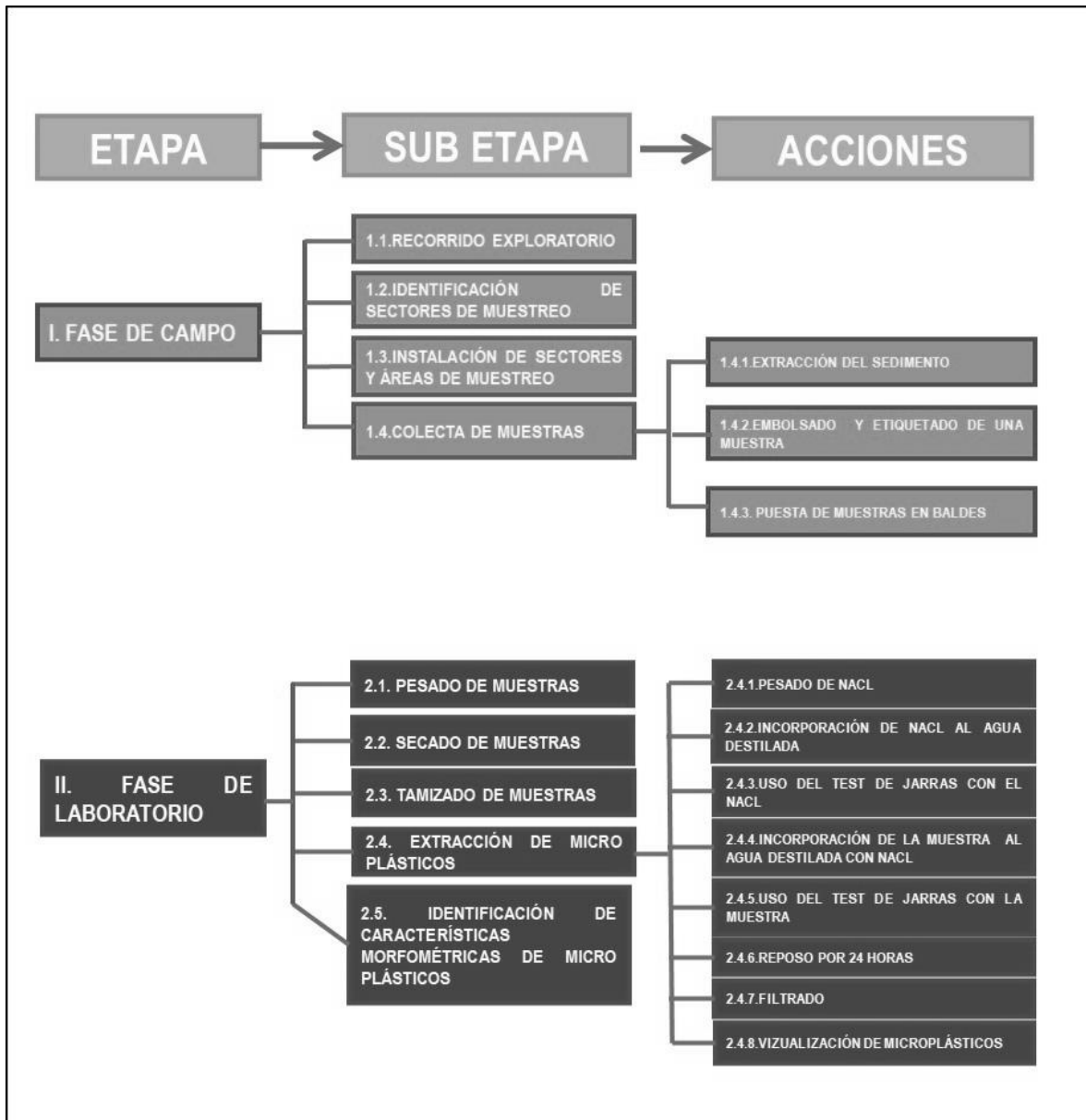
Farita y Omar

ANEXOS

Anexo 1. Flujograma de procesos

Figura 19

Flujograma de procesos



Anexo 2. Coordenadas geográficas de sectores y puntos de muestreo

Tabla 3

Sectores y áreas de muestreo georreferenciados

Georreferenciación de sectores y áreas para la obtención de Muestras			
Sectores	Código	X	Y
S1	A1	740830.863	9367973.04
	A2	740822.029	9367975.103
	A3	740811.614	9367971.711
	A4	740839.488	9367964.667
	A5	740827.635	9367964.195
	Punto de referencia	740839.515	9367971.826
	A6	740867.482	9367969.839
	A7	740881.247	9367974.879
	A8	740848.702	9367974.596
	A9	740863.681	9367986.46
S2	A10	740875.432	9367989.515
	A1	741695.606	9368096.274
	A2	741683.466	9368098.608
	A3	741675.834	9368104.173
	A4	741694.895	9368085.316
	A5	741685.587	9368089.78
	Punto de referencia	741702.377	9368088.978
	A6	741713.759	9368073.14
	A7	741733.803	9368068.488
	A8	741749.258	9368068.724
S3	A9	741731.3	9368084.588
	A10	741716.483	9368086.194
	A1	742751.991	9368329.262
	A2	742761.669	9368334.244
	A3	742769.972	9368339.047
	A4	742752.407	9368340.885
	A5	742762.339	9368344.317
Punto de referencia	742747.063	9368332.787	
	A6	742743.847	9368327.337
	A7	742735.176	9368323.237

	A8	742742.057	9368335.168
	A9	742733.461	9368331.547
	A10	742723.867	9368329.148
S4	A1	743269.979	9368686.154
	A2	743258.291	9368680.293
	A3	743274.479	9368677.611
	A4	743264.247	9368673.702
	A5	743254.38	9368667.908
	Punto de referencia	743273.132	9368685
	A6	743283.254	9368689.203
	A7	743297.156	9368691.18
	A8	743309.791	9368692.017
	A9	743291.282	9368680.463
S5	A10	743309.828	9368682.274
	A1	743995.819	9369232.094
	A2	743990.661	9369224.069
	A3	744006.246	9369228.77
	A4	744000.565	9369220.045
	A5	743994.293	9369211.987
	Punto de referencia	74400.948	9369232.628
	A6	744012.339	9369238.527
	A7	744015.167	9369249.44
	A8	744002.543	9369241.812
S6	A9	744007.487	9369252.311
	A10	744011.762	9369262.518
	A1	744845.505	9369798.34
	A2	744836.164	9369794.242
	A3	744827.304	9369789.663
	A4	744858.264	9369792.571
	A5	744853.957	9369783.545
	Punto de referencia	744851.147	9369796.879
	A6	744866.468	9369800.511
	A7	744876.877	9369804.752
A8	744853.813	9369804.25	
A9	744859.752	9369812.421	
A10	744867.175	9369820.29	

Anexo 3. Pesos de las muestras obtenidas

Tabla 4

Pesos de las muestras obtenidas en la ribera del río Amojú

Sectores de obtención de muestras			
Sector	Código	Peso	Hora de pesado
S1	A1	113.09 g	11:13 a. m.
	A2	210.58 g	11:15 a. m.
	A3	198.96 g	11:17 a. m.
	A4	151.57 g	11:19 a. m.
	A5	249.75 g	11:20 a. m.
	A6	93.15 g	11:22 a. m.
	A7	291.31 g	11:23 a. m.
	A8	100.50 g	11:25 a. m.
	A9	112.57 g	11:26 a. m.
	A10	189.58 g	11:27 a. m.
S2	A1	113.09 g	11:13 a. m.
	A2	210.58 g	11:15 a. m.
	A3	198.96 g	11:17 a. m.
	A4	151.57 g	11:19 a. m.
	A5	249.75 g	11:20 a. m.
	A6	93.15 g	11:22 a. m.
	A7	291.31 g	11:23 a. m.
	A8	100.50 g	11:25 a. m.
	A9	112.57 g	11:26 a. m.
	A10	189.58 g	11:27 a. m.
S3	A1	143.51 g	9:49 a. m.
	A2	179.09 g	9:51 a. m.
	A3	193.81 g	9:52am
	A4	221.60 g	9:53 a. m.
	A5	234.98 g	9:54 a. m.
	A6	127.76 g	9:55 a. m.
	A7	102.53 g	9:55 a. m.
	A8	265.54 g	9:56 a. m.
	A9	238.0 g	9:57 a. m.
	A10	118.30 g	9:58 a. m.
S4	A1	168.39 g	10:28 a. m.
	A2	272.28 g	10.29 am
	A3	156.62 g	10:29 a. m.

	A4	170.78 g	10:30 a. m.
	A5	243.99 g	10:30 a. m.
	A6	103.50 g	10:31 a. m.
	A7	114.46 g	10:32 a. m.
	A8	151.60 g	10:32 a. m.
	A9	173.26 g	10:33 a. m.
	A10	209.58 g	10:34 a. m.
S5	A1	148.94 g	9:42 a. m.
	A2	208.19 g	9:43 a. m.
	A3	140.18 g	9:43 a. m.
	A4	142.07 g	9:44 a. m.
	A5	201.81 g	9:45 a. m.
	A6	204.77 g	9:45 a. m.
	A7	206.96 g	9:46 a. m.
	A8	329.05 g	9:47 a. m.
	A9	224.52 g	9:48 a. m.
	A10	260.68 g	9:48 a. m.
S6	A1	141.60 g	9:50 a. m.
	A2	283.37 g	9:50 a. m.
	A3	156.10 g	9:51 a. m.
	A4	279.16 g	9:50 a. m.
	A5	216.97 g	9:52 a. m.
	A6	173.85 g	9:53 a. m.
	A7	278.83 g	9:54 a. m.
	A8	251.85 g	9:55 a. m.
	A9	144.02 g	9:56 a. m.
	A10	235.40 g	9:56 a. m.

Anexo 4. Peso de muestras secas

Tabla 5

Pesos de las muestras secas por sector

Sectores de obtención de muestras			
Código	Peso de muestra sin secar	Peso de muestra seca	Porcentaje de disminución de humedad
S1	500 g	351.88 g	30%
S2	500 g	345.47 g	31%
S3	500 g	381.15 g	24%
S4	500 g	361.70 g	18%
S5	500 g	402.78g.	12%
S6	500 g	332.79 g	33%

Anexo 5. Pesos de muestra según tamiz

Tabla 6

Peso de muestras después de tamizado

Peso de muestra seca por sector	Tamiz	Tiempo	Intervalo	Peso
S1 (351.88 g)	4.45 mm	2 min	2 - 4.75 mm	15.18 g
	2.00mm		150 en – 2mm	243.94 g
	150um		0 – 150 um	74.6 g
S2 (345.47 g)	4.45 mm	2 min	2- 4.75 mm	16.8 g
	2.00mm		150 um- 2mm	202.89 g
	150um		0- 150 um	100.42 g
S3 (381.15 g)	4.45 mm	2 min	2-4.75 mm	29.72 g
	2.00mm		150 um – 2mm	282.16 g
	150um		0- 150 um	47.42 g
S4 (361.70 g)	4.45 mm	2 min	2 - 4.75 mm	9.16 g
	2.00mm		150 um – 2mm	257.69 g
	150um		0- 150 um	74.76 g
S5 (402.78g)	4.45 mm	2 min	2- 4.75 mm	26.91 g
	2.00mm		150 um – 2 mm	253.9 g
	150um		0- 150 um	56.79 g
Sector 6 (332.79 g)	4.45 mm	2 min	2 - 4.75 mm	11.29 g
	2.00mm		150 um – 2mm	251.29 g
	150um		0 – 150 um	52.19 g

Anexo 6. Cantidad de NaCl por sector

Tabla 7

Cantidad de solución de NaCl utilizado por sector

Código	Intervalo de tamiz	Peso de Muestra	Cantidad de Solución de NaCl
S1	2 -4.75 mm	15.18 g	126.5 ml
	150 um - 2 mm	243.94 g	2000ml
	0 - 150 um	74.6 g	621. 66 ml
S2	0- 4.75 mm	16.8 g	140 ml
	150um -2 mm	202.89 g	1691 ml
	0-150 mm	100.42 g	837 ml
S3	2 -4.75 mm	29.72 g	247.66 ml
	150 um - 2 mm	282.16 g	2351.33 ml
	0 - 150 um	395.166 g	395.166 ml
S4	2 -4.75 mm	9.16 g	76.33 ml
	150 um - 2 mm	257.69 g	2147 ml
	0 - 150 um	74.76 g	623 ml
S5	2 -4.75 mm	26.91 g	224.25 ml
	150 um - 2 mm	253.9 g	2116 ml
	0 - 150 um	56.79 g	473 ml
S6	2 -4.75 mm	11.29 g	94.25 ml
	150 um - 2 mm	251.29 g	2094.08 ml
	0 - 150 um	52.19 g	433 ml

Anexo 7. Cuestionario de micro plásticos aplicada

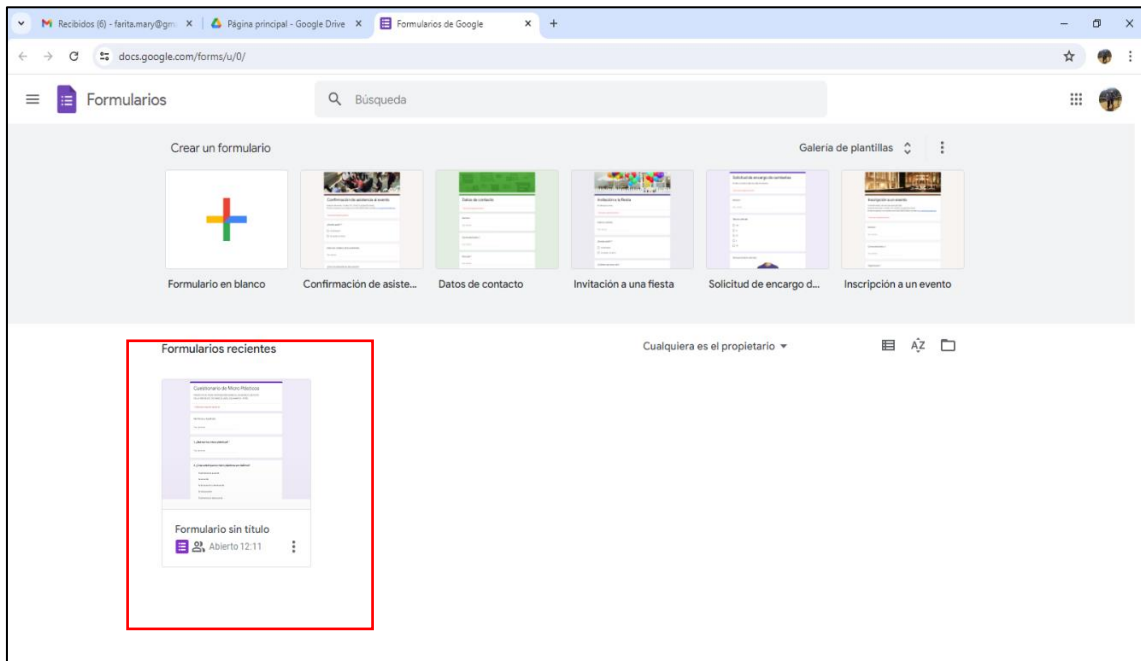
Tabla 8

Cuestionario aplicado a la población circundante de la ribera del río Amojú

Cuestionario de Micro Plásticos				
Nombres y Apellidos: D.N.I.				
Marque o rellene la alternativa que usted crea correcta				
1. ¿Qué son los micro plásticos?				
2. ¿Cree usted que los micro plásticos son dañinos?				
Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
3. ¿Se convierten los residuos plásticos en micro plásticos?				
Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
4. ¿Los micro plásticos se bioacumulan en los animales y plantas?				
Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
5. ¿Existe micro plásticos en las redes de agua potable?				
Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
6. ¿Existe medidas para reducir la presencia de micro plásticos?				
Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
7. De estar de acuerdo con la respuesta anterior mencione que medidas cree usted que ayudan a reducir los micro plásticos				
8. ¿Qué podemos hacer como consumidores para no contribuir a su aumento en el medio?				
9. ¿Cree usted que existe micro plásticos en la sangre de los seres humanos?				
Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
10. ¿Cree usted que los micro plásticos generan enfermedades?				
Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo

Figura 20

Plataforma Google y herramienta formulario donde se realizó el cuestionario



Anexo 8. Panel fotográfico

Figura 21

Identificación de puntos críticos



En la figura se percibe la acumulación de residuos sólidos a las orillas de Río Amojú.



En la figura se percibe el vertimiento de aguas residuales al Río Amojú.

Figura 22

Delimitación de sectores de muestreo



Se realizó la delimitación de los sectores de muestreo, los cuales tenían dimensiones de 50 m de largo por 5 m de ancho a una distancia de 2 m desde la orilla del río, Además, dentro de cada sector se establecieron 10 áreas de muestreo.

Figura 23

Identificación de área de muestreo



Haciendo uso de un marco de madera de 1m x 1m se identificó el área de muestreo para realizar la colecta de muestra de suelo.

Figura 24

Colecta de muestra del área ribereña



Se realizó la colecta de muestra de suelo con una espátula marcada a 2 cm de la punta con el objetivo de guiarse la profundidad establecida en la investigación.

Figura 25

Acondicionamiento de muestra



Se realizó el embolsado de muestras de suelo en bolsas ziploc de tamaño 16 cm x 15 cm, estas fueron etiquetadas con el objetivo de no tener equivocaciones al momento de evaluar la presencia de micro plásticos.

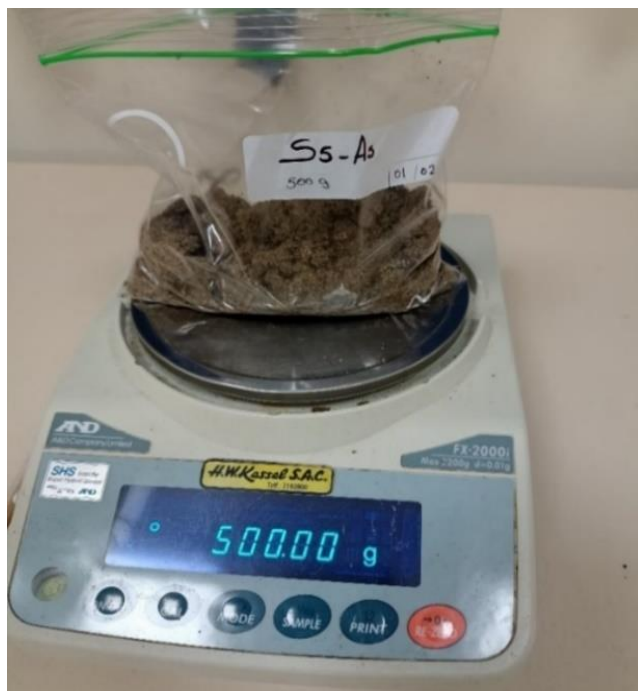
Anexo 9. Panel fotográfico de trabajo de laboratorio

Figura 26

Pesado de muestras



Se realizó el pesado del total de las 10 muestras recolectadas.



Una vez obtenido el peso total de las 10 muestras mezcladas se retiró 500g de muestra para su posterior secado.

Figura 27

Secado de muestras



Los 500 g de muestra de suelo se expuso a una temperatura de 90°C por 12 horas dentro de la estufa.

Figura 28

Tamizado de muestras



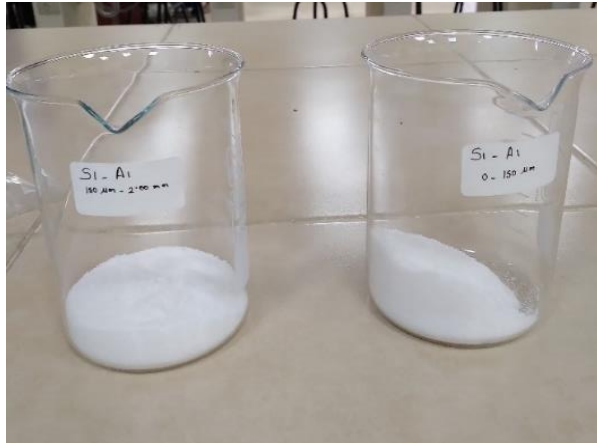
Se colocaron las muestras de suelo a los tamice de dimensiones de 2-4mm, 2mm-150 μm y 0-150 μm .



Las muestras de suelo se colocaron en el tamizador mecánico, marca ORION, modelo T1 durante 2 min.

Figura 29

Preparación de solución de NaCl para la separación de partículas



Para la preparación de solución de NaCl se utilizó 120g de NaCl (comercial)



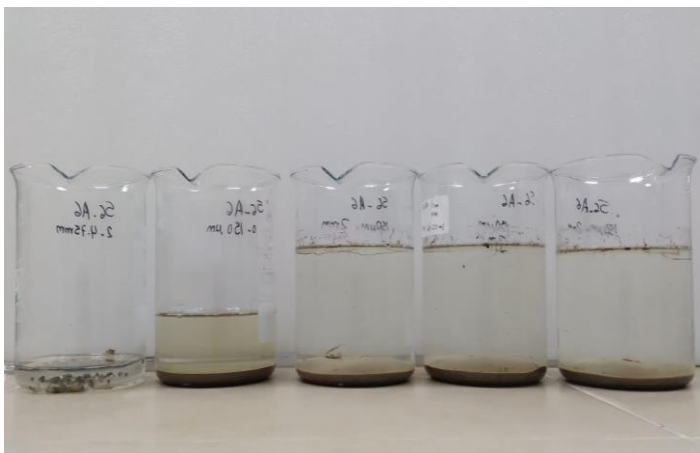
Para la disolución del NaCl se llevó a la prueba de jarras durante 20 min a 200 rpm

Figura 30

Mezcla de NaCl con las muestras



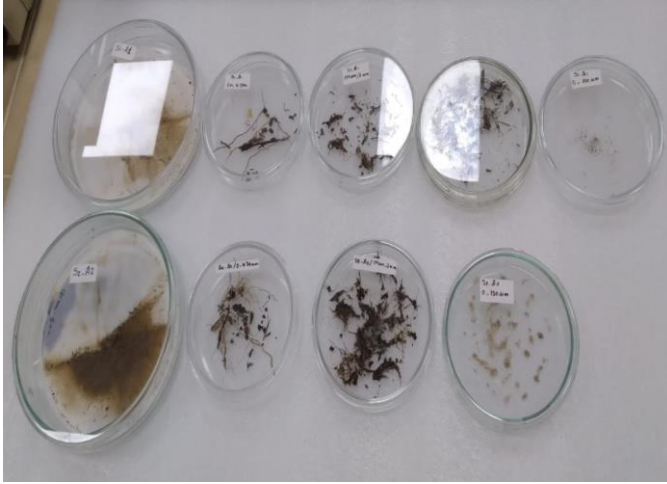
Se mezcló la solución de NaCl con las muestras de suelo para luego ser sometidas a la prueba de jarras durante 20 min a 200rpm



Una vez sometida la muestra de suelo con el NaCl a la prueba de jarras, se dejó reposar por 24 horas.

Figura 31

Filtrado de muestras



Cabe precisar que antes de realizar el filtrado se retiró las partículas de mayor tamaño que habían flotado, estas fueron colocadas en placas Petri



Haciendo uso de embudos de vidrio y papel filtro, se realizó el filtrado de las muestras.

Figura 32

Identificación de características morfométricas y cuantitativas (color, forma, dimensión)



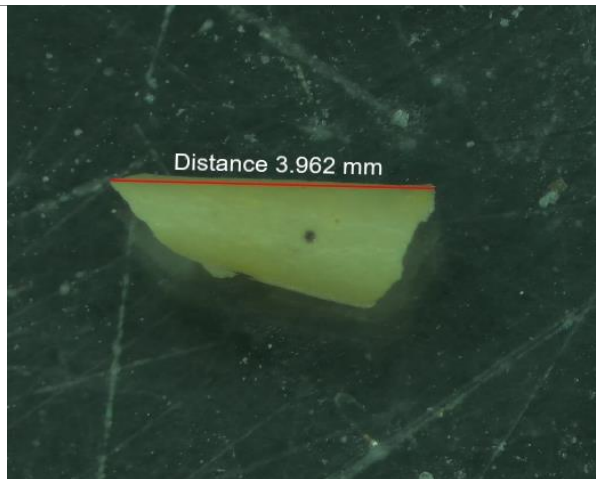
Nota: haciendo uso estereoscopio trinocular LED con brazo de 7x -45x con cámaras de 5 MP se observó las características morfométricas y cuantitativas de los micro plásticos encontrados.

Anexo 10. Micro plásticos identificados

Tabla 9

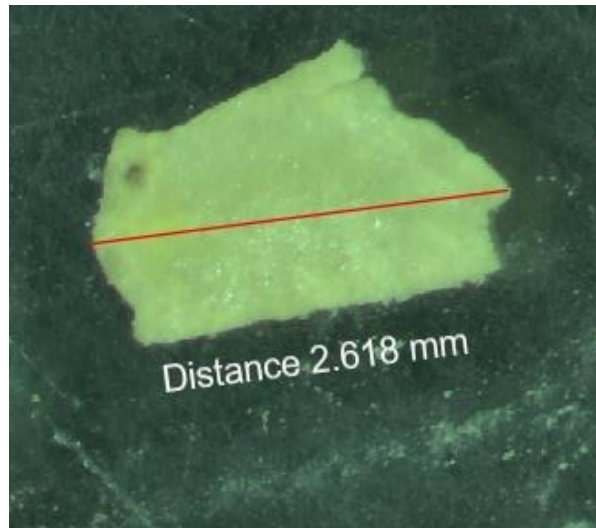
Micro plásticos identificados en la ribera del río Amojú

SECTOR 1



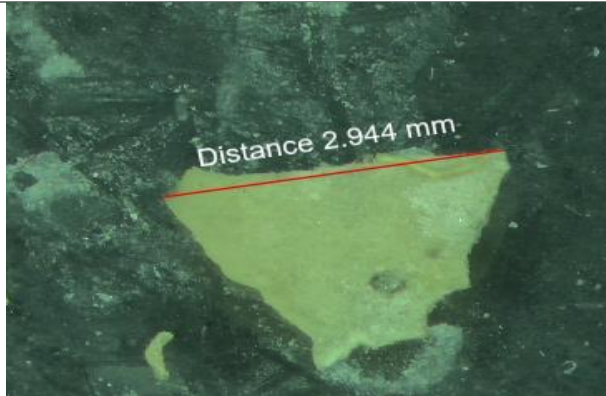
Fotografía 1

Microplástico de forma laminar con bordes irregulares, de color amarillo con una dimension de 3.962 mm de longitud.



Fotografía 2

Microplástico de forma laminar con bordes irregulares, de color amarillo con una dimension de 2.618 mm de longitud.



Fotografía 3

Microplastico de forma laminar con bordes irregulares, de color amarillo con una dimension de 2.944 mm de longitud.



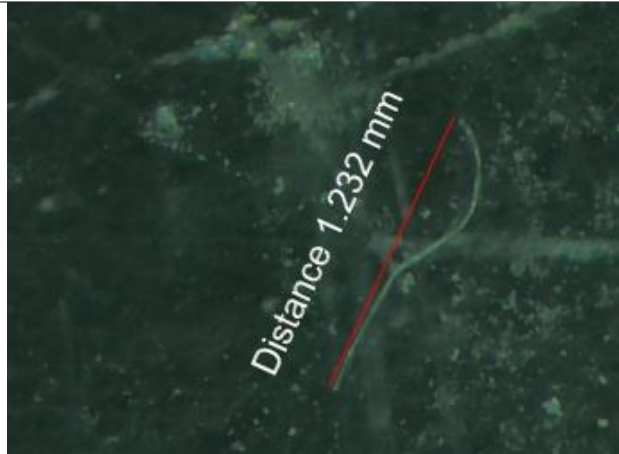
Fotografía 4

Microplastico de forma fibrilar sinusoide, de color amarillo con una dimension de 1.472 mm de longitud.



Fotografía 5

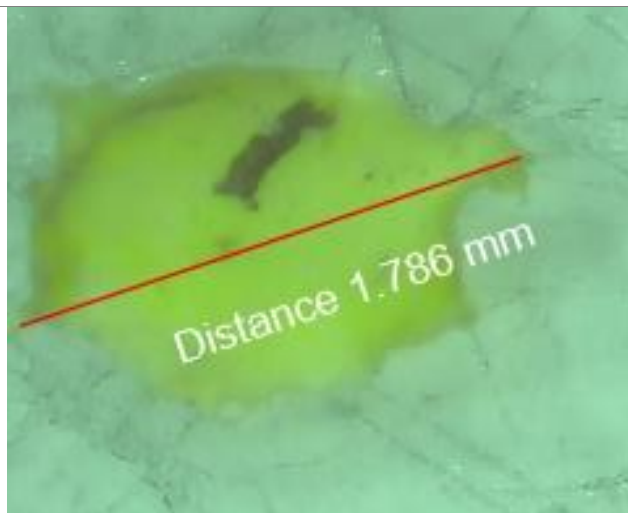
Microplastico de forma fibrilar sinusoide, de color amarillo con una dimension de 0.972 mm de longitud.



Fotografía 6

Microplástico de forma fibrilar sinusoidal, de color transparente con una dimension de 1.322 mm de longitud.

SECTOR 2



Fotografía 7

Microplástico de forma laminar con bordes irregulares, de color amarillo con una dimension de 1.786 mm de longitud.

SECTOR 3



Fotografía 8

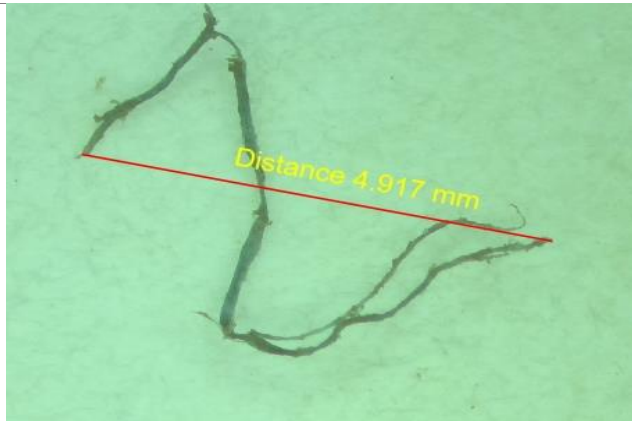
Microplástico de forma laminar con bordes irregulares, de color azul con una dimension de 0.202 mm de longitud.



Fotografía 9

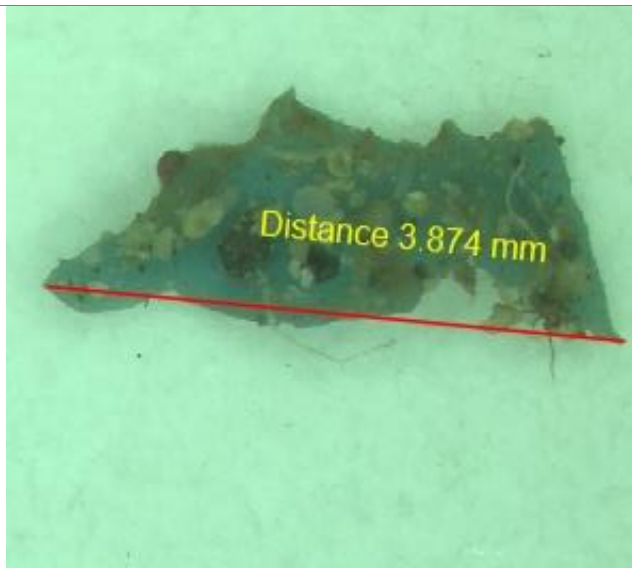
Microplástico de forma fibrilar sinusoide, de color negro con una dimension de 4.549 mm de longitud

SECTOR 4



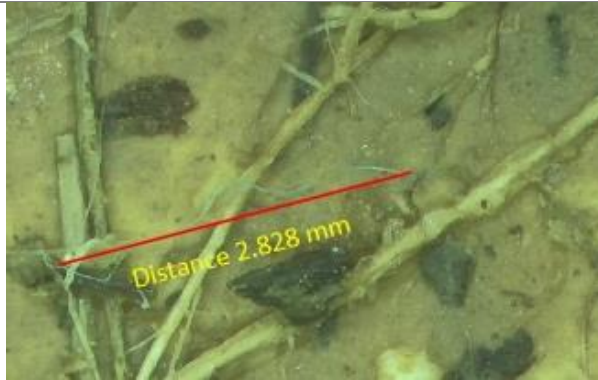
Fotografía 10

Microplástico de forma fibrilar sinusoide, de color azul con una dimensión de 4.917 mm de longitud



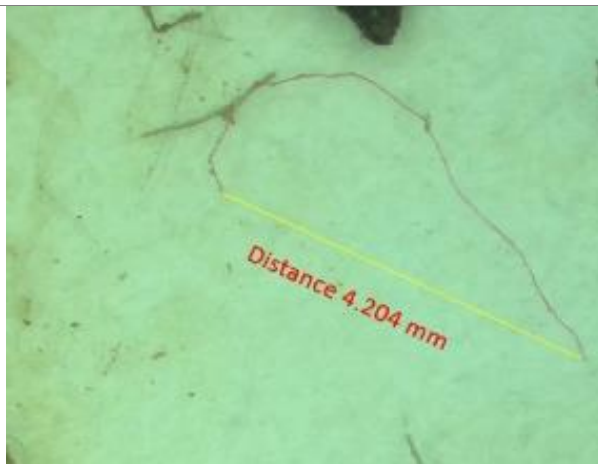
Fotografía 11

Microplástico de forma laminar con bordes irregulares, de color azul con una dimensión de 3.874 mm de longitud.



Fotografía 12

Microplástico de forma fibrilar sinusoide, de color verde con una dimensión de 2.828 mm de longitud



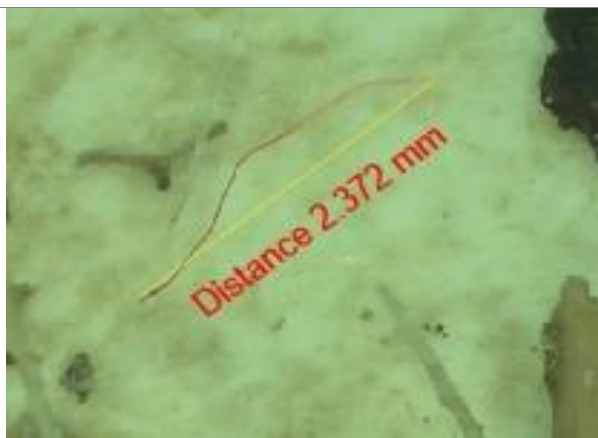
Fotografía 13

Microplástico de forma fibrilar sinusoide, de color rojo con una dimensión de 4.204 mm de longitud



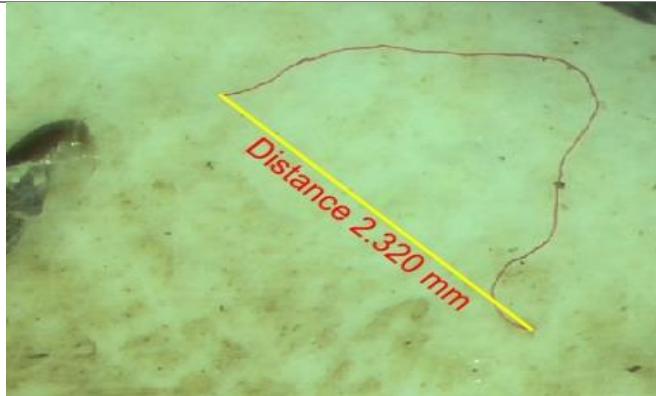
Fotografía 14

Microplástico de forma fibrilar sinusoide, de color rojo con una dimensión de 0.751 mm de longitud



Fotografía 15

Microplástico de forma fibrilar sinusoide, de color rojo con una dimensión de 2.372 mm de longitud



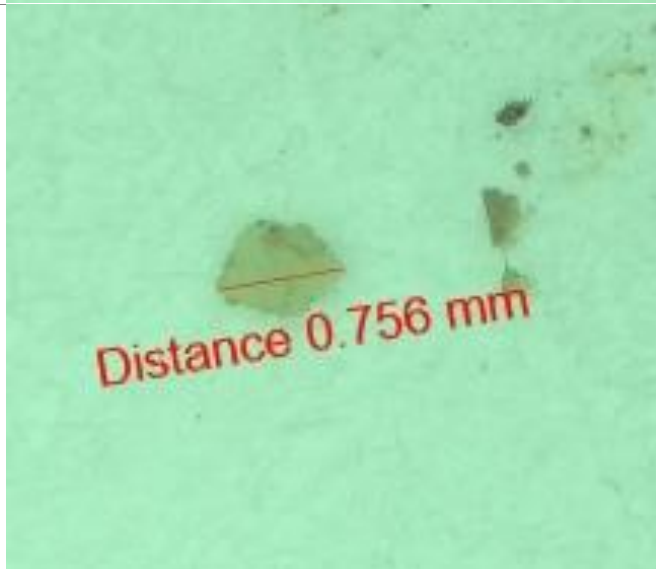
Fotografía 16

Microplástico de forma fibrilar sinusoidal, de color rojo con una dimensión de 2.320 mm de longitud



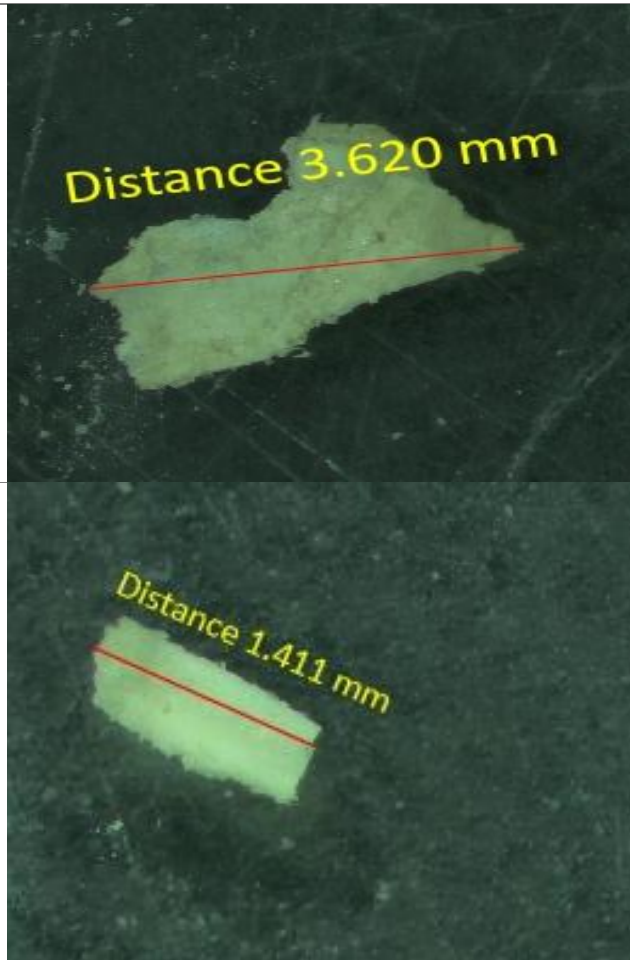
Fotografía 17

Microplástico de forma fibrilar sinusoidal, de color rojo con una dimensión de 3.209 mm de longitud



Fotografía 18

Microplástico de forma laminar con bordes irregulares, de color blanco con una dimensión de 0.756 mm de longitud.



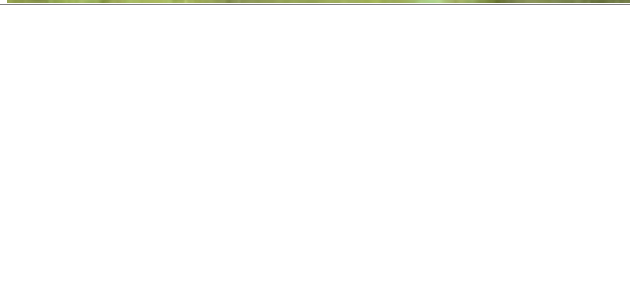
Fotografía 19

Microplástico de forma laminar con bordes irregulares, de color blanco con una dimensión de 3.620 mm de longitud.



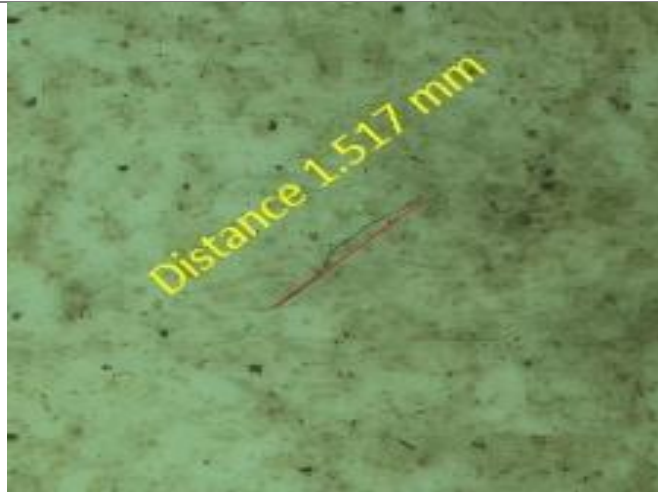
Fotografía 20

Microplástico de forma laminar con bordes irregulares, de color blanco con una dimensión de 1.411 mm de longitud.



Fotografía 21

Microplástico de forma laminar con bordes irregulares, de color blanco con una dimensión de 1.633 mm de longitud.



Fotografía 22

*Microplástico de forma fibrilar
sinusoide, de color negro con
una dimensión de 1.517 mm de
longitud*



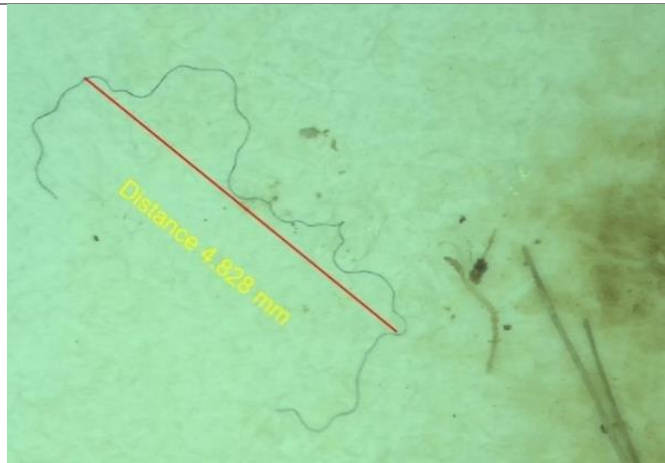
Fotografía 23

*Microplástico de forma fibrilar
sinusoide, de color negro con
una dimensión de 1.773 mm de
longitud*



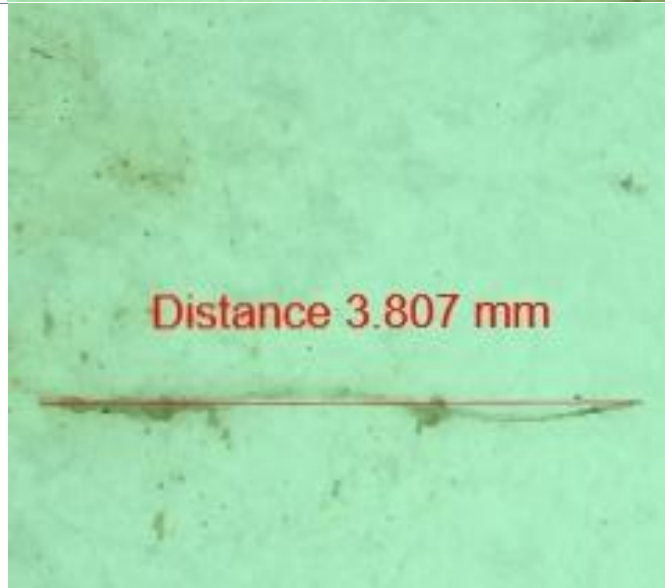
Fotografía 25

*Microplástico de forma fibrilar
sinusoide, de color negro con
una dimensión de 0.593 mm de
longitud*



Fotografía 26

Microplástico de forma fibrilar sinusoidal, de color negro con una dimensión de 4.828 mm de longitud



Fotografía 27

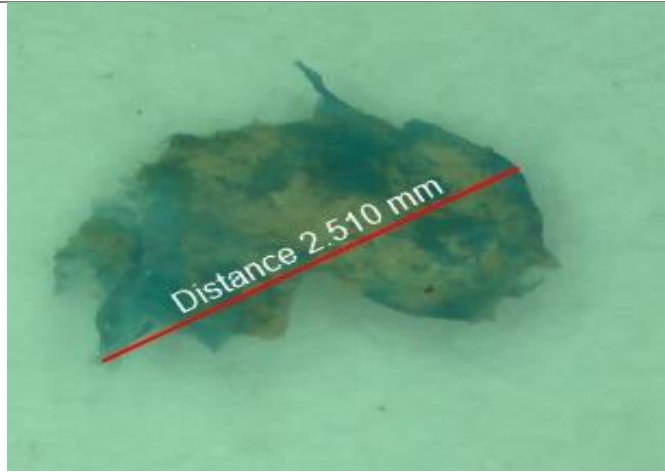
Microplástico de forma fibrilar sinusoidal, de color negro con una dimensión de 3.807 mm de longitud

SECTOR 5



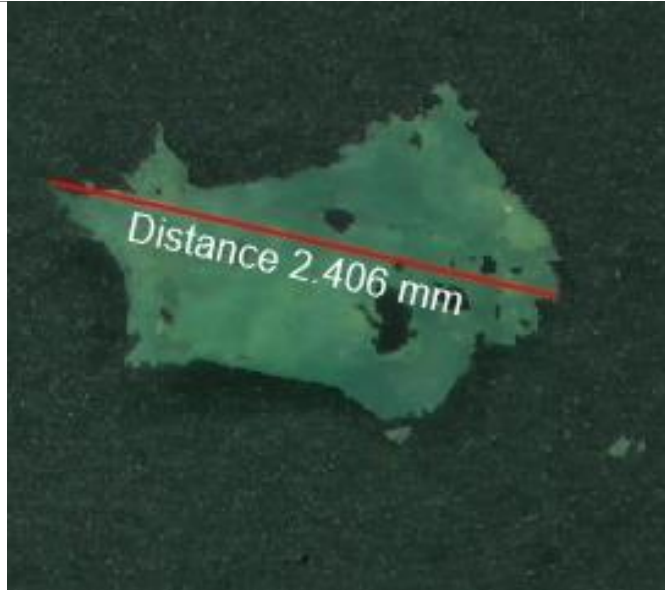
Fotografía 28

Microplástico de forma laminar con bordes irregulares, de color azul con una dimensión de 2.872 mm de longitud.



Fotografía 29

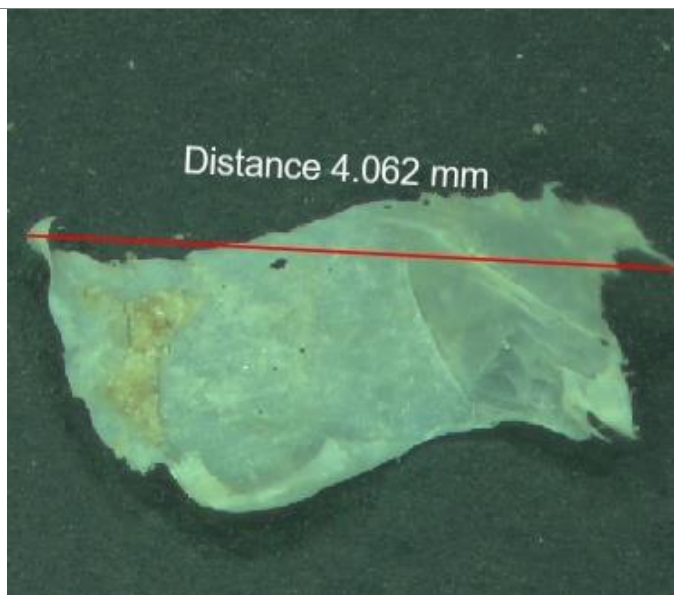
Microplástico de forma laminar con bordes irregulares, de color azul con una dimensión de 2.510 mm de longitud.



Fotografía 30

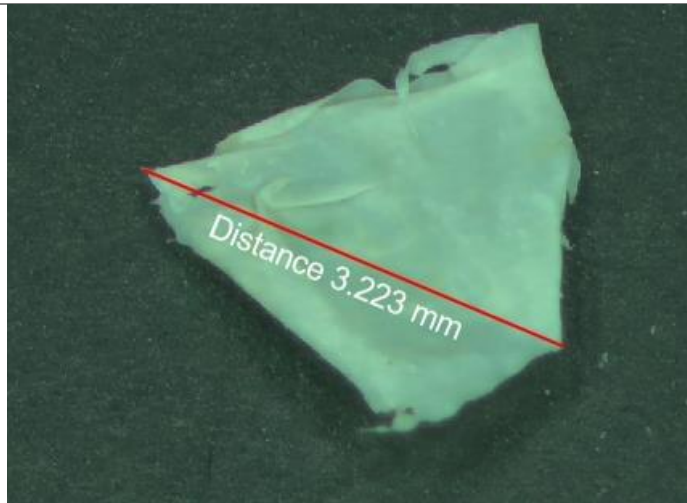
Microplástico de forma laminar con bordes irregulares, de color azul con una dimensión de 2.406 mm de longitud.

SECTOR 6



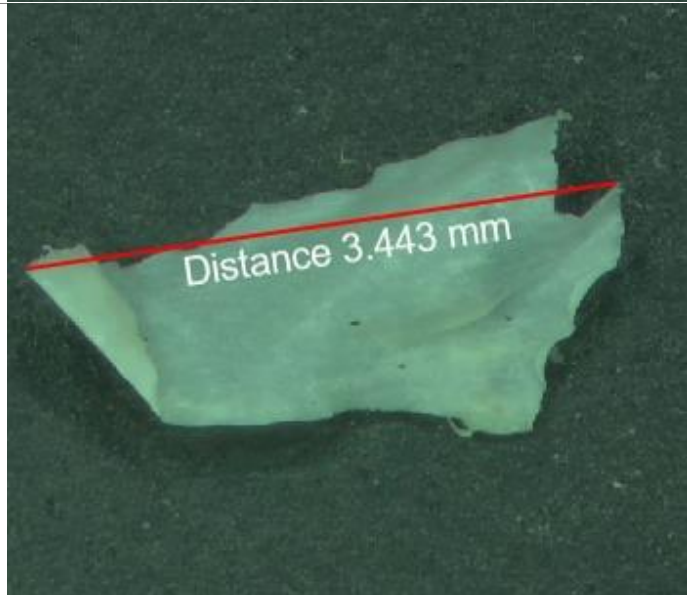
Fotografía 31

Microplástico de forma laminar con bordes irregulares, de color blanco con una dimensión de 4.062 mm de longitud.



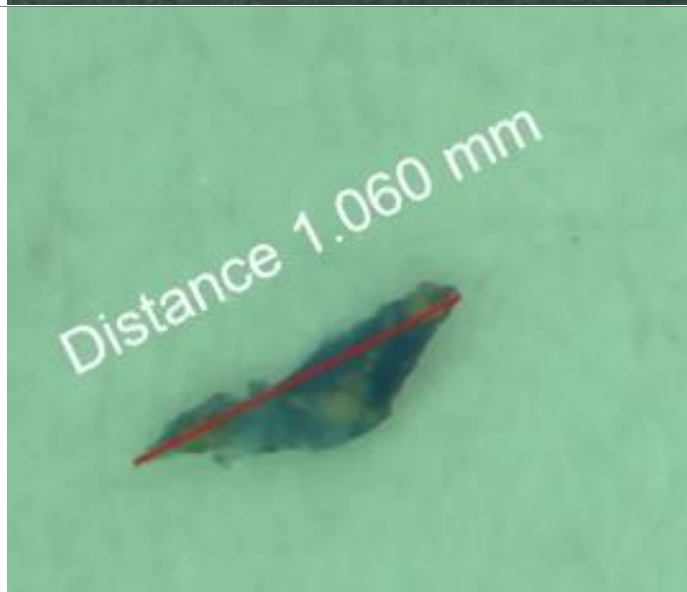
Fotografía 32

Microplástico de forma laminar con bordes irregulares, de color blanco con una dimensión de 3.223 mm de longitud.



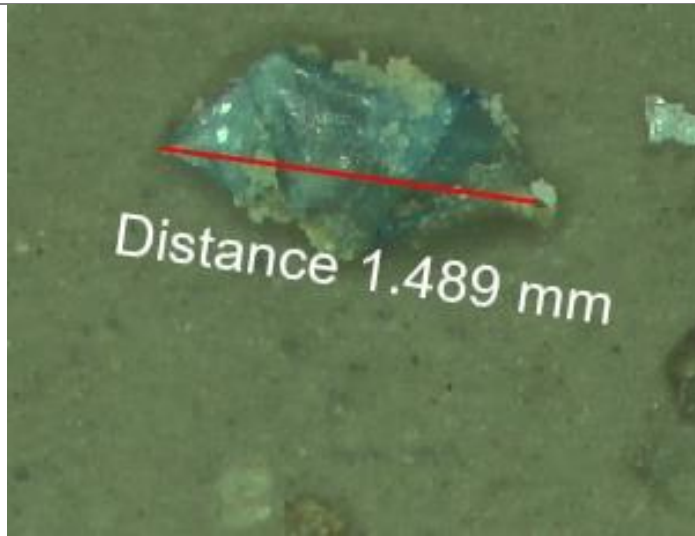
Fotografía 33

Microplástico de forma laminar con bordes irregulares, de color blanco con una dimensión de 3.443 mm de longitud.



Fotografía 34

Microplástico de forma laminar con bordes irregulares, de color azul con una dimensión de 1.060 mm de longitud.



Fotografía 35

Microplástico de forma laminar con bordes irregulares, de color azul con una dimensión de 1.489 mm de longitud.



Fotografía 36

Microplástico de forma fibrilar sinusoide, de color negro con una dimensión de 3.443 mm de longitud

Anexo 11. Partículas de plásticos identificadas

Tabla 10

Partículas de plástico identificadas en la ribera del río Amojú

