UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y AMBIENTAL

UNIVERSIDAD NACIONAL
DE JAÉN

MICRO PLÁSTICOS EN SEDIMENTOS DE LA CUENCA BAJA Y DESEMBOCADURA DEL RÍO AMOJÚ EN JAÉN, CAJAMARCA – PERÚ.

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO FORESTAL Y AMBIENTAL

AUTOR:

Egr. Nexar Leyniker Cayotopa Rojas

ASESOR:

Dr. Alexander Huamán Mera

Conservación, manejo y aprovechamiento de los recursos naturales.

JAÉN - PERÚ, JULIO, 2024

NOMBRE DEL TRABAJO

MICRO PLÁSTICOS EN SEDIMENTOS DE LA CUENCA BAJA Y DESEMBOCADURA DEL RÍO AMOJÚ EN JAÉN, CAJAMARCA – P

AUTOR

Nexar Leyniker Cayotopa Rojas

RECUENTO DE PALABRAS

8559 Words

RECUENTO DE CARACTERES

46216 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

77 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

7.8MB

FECHA DE ENTREGA

Jul 18, 2024 10:54 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Jul 18, 2024 10:55 AM GMT-5

3% de similitud general

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

- 1% Base de datos de Internet
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de Crossref
- Base de datos de contenido publicado de Crossref
- 3% Base de datos de trabajos entregados

Excluir del Reporte de Similitud

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

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAEN

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 dia 05 de julio del año 2024, siendo las 16:00 horas, se reunieron los integrantes del Jurado:

Presidente : Dr. Cirilo Mario Caira Mamani
Secretario : Dr. James Tirado Lara
Vocal : Dr. Segundo Sánchez Tello

para evaluar la Sustentación del Informe Final:

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

Titulado: **Microplásticos en sedimentos de la cuenca baja y desembocadura del río Amojú en Jaén, Cajamarca-Perú,** presentado por el estudiante/egresado o Bachiller (es) Nexar Leyniker Cayotopa Rojas, 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	( )
c)	Bueno	14, 15	(14)
d)	Regular	13	( )
e)	Desaprobado	12 ó menos	( )

Siendo las 17:00 horas del mismo dia, 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 ..... **VI**

ÍNDICE DE ABREVIATURAS ..... **VII**

RESUMEN ..... **VIII**

ABSTRACT ..... **IX**

I. INTRODUCCIÓN **10**

II. MATERIALES Y MÉTODOS **12**

2.1 Área de estudio 12

2.2 Métodos, técnicas, procedimientos e instrumentos de recolección de datos 13

2.2.1 Fase de campo 13

2.2.2 Trabajo de laboratorio 14

2.2.3 Trabajo de gabinete 15

III. RESULTADOS **17**

3.1 Micro plásticos presentes por punto de muestreo 17

3.2 Cantidad y tipo de micro plásticos por área de muestreo 31

3.3 Puntos críticos de presencia de micro plásticos en el río Amojú. 34

IV. DISCUSIONES **36**

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES **39**

5.1 CONCLUSIONES 39

5.2 RECOMENDACIONES 39

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS **40**

AGRADECIMIENTO **45**

DEDICATORIA 46

ANEXOS..... 47

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 1 *Micro plásticos presentes en el punto de muestreo I*..... 17

Tabla 2 *Micro plásticos presentes en el punto de muestreo II* 22

Tabla 3 *Micro plásticos presentes en el punto de muestreo III*..... 24

Tabla 4 *Micro plásticos presentes en el punto de muestreo IV*..... 26

INDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 1 *Área de estudio de la presente investigación* **12**

Figura 2 *Parcelas y sub parcelas de muestreo* **14**

Figura 3 *Flujograma de actividades* **16**

Figura 4 *Número de micro plásticos encontrados* **28**

Figura 5 *Polietileno de alta densidad por punto de muestreo* **28**

Figura 6 *Polietileno de baja densidad por punto de muestreo* **29**

Figura 7 *Poliestireno por puntos de muestreo* **30**

Figura 8 *Polipropileno por puntos de muestreo* **30**

Figura 9 *Micro plásticos presentes en el punto de muestreo I* **31**

Figura 10 *Micro plásticos presentes en el punto de muestreo II* **32**

Figura 11 *Micro plásticos presentes en el punto de muestreo III* **33**

Figura 12 *Micro plásticos presentes en el punto de muestreo IV* **34**

Figura 13 *Mapa de ubicación de puntos críticos con presencia de micro plástico en el cauce del río Amojú* **35**

ÍNDICE DE ANEXOS

Pág.

Anexo 1. *Puntos críticos identificados* **47**

Anexo 2. *Colecta de muestras* **50**

Anexo 3. *Fase de laboratorio* **58**

Anexo 4. *Micro plásticos encontrados en el punto de muestreo I* **62**

Anexo 5. *Micro plásticos encontrados en el punto de muestreo II (Continúa en la siguiente página)* **65**

Anexo 6. *Micro plásticos encontrados en el punto de muestreo II (Viene de la página anterior)* **67**

Anexo 7 *Micro plásticos encontrados en el punto de muestreo III. (Continúa en la siguiente página)* **69**

Anexo 8 *Micro plásticos encontrados en el punto de muestreo III. (viene de la página anterior)* **72**

Anexo 9 *Micro plásticos encontrados en el punto de muestreo IV. (Continúa en la siguiente página)* **74**

Anexo 10 *Micro plásticos encontrados en el punto de muestreo IV. (viene de la página anterior)* **76**

Anexo 11 *Mapas de ubicación de puntos de muestreo* **78**

Anexo 12 *Mapas de ubicación de vivero cacaotero "El Paraíso"* **80**

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

PEAD: Polietileno de Alta Densidad

PEBD: Polietileno de Baja Densidad

PS: Poliestireno

PP: Polipropileno

MINAM: Ministerio del Ambiente

ANA: Autoridad Nacional del Agua

RESUMEN

La aparición de micro plásticos en fuentes de agua ha generado una preocupación global debido a su capacidad para ingresar al cuerpo humano y generar diversos problemas de salud. El objetivo de la investigación fue determinar la presencia de micro plásticos en los sedimentos del río Amojú, desde el centro poblado de Santa Cruz hasta su unión con el río Marañón. Se encontraron un total de 229 micro plásticos en cuatro puntos de muestreo, los cuales se presentaron en formas como filamentos, microesferas, fibras y fragmentos. Además, se identificaron cuatro áreas críticas de disposición de residuos a lo largo del curso del río estudiado. Destacando que el primer punto de muestreo registró la concentración más alta de micro plásticos (116 unidades) en un área de 800 m². En conclusión, este estudio ha contribuido a comprender la problemática de los micro plásticos en el río Amojú y ha llamado a la acción para proteger la salud de las personas y el medio ambiente.

Palabras clave: Polietileno, poliestireno, filamentos, polipropileno, fibras.

ABSTRACT

The appearance of microplastics in water sources has generated global concern due to their ability to enter the human body and generate various health problems. The objective of the research was to determine the presence of microplastics in the sediments of the Amojú River, from the town center of Santa Cruz to its junction with the Marañón River. A total of 229 microplastics were found at four sampling points, which came in forms such as filaments, microspheres, fibers and fragments. In addition, four critical waste disposal areas were identified along the course of the studied river. Highlighting that the first sampling point recorded the highest concentration of microplastics (116 units) in an area of 800 m². In conclusion, this study has contributed to understanding the problem of micro plastics in the Amojú River and has called for action to protect people's health and the environment.

Keywords: Polyethylene, polystyrene, filaments, polypropylene, fibers.

I. INTRODUCCIÓN

Bollaín et al. (2019) refiere que, en la actualidad las malas prácticas de las personas están conllevando a una mortalidad a gran escala, esto debido a que, se está insertando en el medio ambiente una cantidad desmesurada de micro plásticos los mismos que son letales tanto para animales, plantas y el ser humano; los micro plásticos se encuentran en todas partes llamese en: alimentos, animales, agua potable e incluso ya se evidencia micro plásticos presentes en las heces de los seres humanos.

Según Manrique (2020), cada año se acumulan más de 8 millones de toneladas de plástico en el medio ambiente. Estos plásticos son arrastrados por las lluvias hacia los ríos, que a su vez los transportan a los océanos. Si no se toman medidas, para el año 2025 habrá una tonelada de plástico por cada tres toneladas de pescado. Es importante destacar que las especies marinas se contaminan por bioacumulación, lo que significa que el plástico se acumula en sus tejidos. Esto puede ser tóxico y letal para el ser humano si consumimos estas especies.

Hernández y Damián (2018) señalan que, a nivel mundial, se arrojan al medio ambiente un promedio de 10 cubos de plástico por minuto, lo que representa una gran amenaza para la humanidad. La ciudad de Jaén no está excluida de esta problemática, ya que existe una mala disposición de residuos por parte de la población. Esto se evidencia en la práctica de arrojar basura al río Amojú, lo que genera una grave contaminación ambiental.

Los micro plásticos son motivo de gran preocupación para diversas organizaciones e investigadores en la actualidad. Estudios recientes han demostrado que estas pequeñas partículas de plástico están presentes en diversos órganos del cuerpo humano, incluso en la sangre. Se cree que esto se debe a la bioacumulación de micro plásticos en plantas y animales, que luego son ingeridos por los seres humanos. Esta ingestión puede ocasionar cuadros tóxicos y problemas para la salud, como lo indica Serna (2020).

Tanto la Fundación Ecología y Desarrollo – ECODES (2022) como Briones (2022) coinciden en que los micro plásticos representan una amenaza a nivel mundial, no solo para los ecosistemas acuáticos, sino también para los terrestres. Estos pequeños fragmentos de plástico tienen la capacidad de acumular sustancias tóxicas, lo que puede desencadenar un efecto dominó en la cadena alimentaria, llevando a la extinción de diversas especies tanto en el agua como en la tierra.

Segarra (2023) señala que, desde el inicio de la producción de materiales sintéticos, se han vertido al medio ambiente más de 8.300 millones de toneladas métricas de plástico. Esta cantidad es suficiente para cubrir la totalidad del territorio argentino.

Bracho y Fernández (2018) advierten que las personas que consumen habitualmente pescados y mariscos ingieren un promedio de 11.000 micro plásticos al año. Además, estos autores afirman que la sal de mesa y el agua del grifo también contienen micro plásticos. La ingestión de estos micro plásticos es responsable del 4% de las muertes a nivel mundial, cifra que va en aumento debido a la creciente contaminación de las fuentes de agua.

Parker (2022) informa sobre un hallazgo preocupante: científicos de Países Bajos y Reino Unido han detectado microplásticos en órganos vitales como los pulmones y la sangre de personas vivas. Esto genera gran alarma debido a que los más de 10.000 químicos empleados en la fabricación de plásticos pueden ser letales para los seres humanos.

El Ministerio del Ambiente (MINAM, 2022) advierte un aumento considerable en la producción de plástico en los próximos años. Parker (2022) indica que en el año 2020 se produjeron más de 367 millones de toneladas de diferentes tipos de plástico, proyecta que para el año 2050 la producción podría ser hasta cinco veces mayor. Esta situación es motivo de gran preocupación, ya que los microplásticos son altamente tóxicos para los seres vivos.

Teniendo como referencia lo suscrito anteriormente se desarrolló la siguiente investigación, donde se determinó y cuantificó los micro plásticos presentes en los sedimentos de la cuenca baja y desembocadura del río Amojú en Jaén – Cajamarca (229 unidades de micro plásticos), así mismo, se identificó el área con mayor cantidad y diversidad de micro plásticos en los sedimentos de la cuenca baja y desembocadura del río Amojú (punto de muestreo 1- altura del Centro Poblado Santa Cruz) y los puntos críticos de arrojo de micro plásticos (4 puntos críticos).

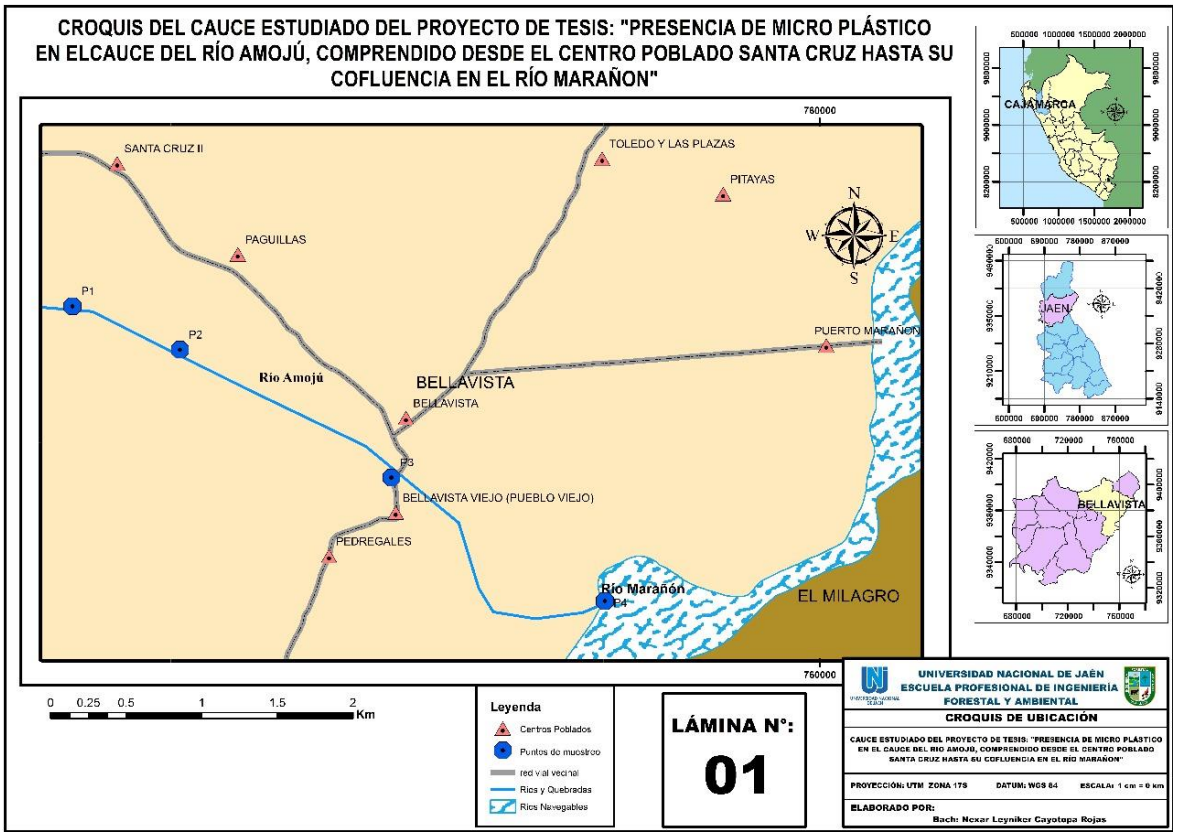
II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Área de estudio

El área estudiada tuvo como referencia espacial el curso del río Amojú, por lo que, se contempló el curso del río Amojú desde el Centro Poblado Santa Cruz hasta confluencia del río Amojú con el río Marañón**.**

Figura 1

Área de estudio de la presente investigación



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

Se consideró la metodología que a continuación se detalla.

2.2.1 Fase de campo

2.2.1.1 Determinación de puntos de muestreo

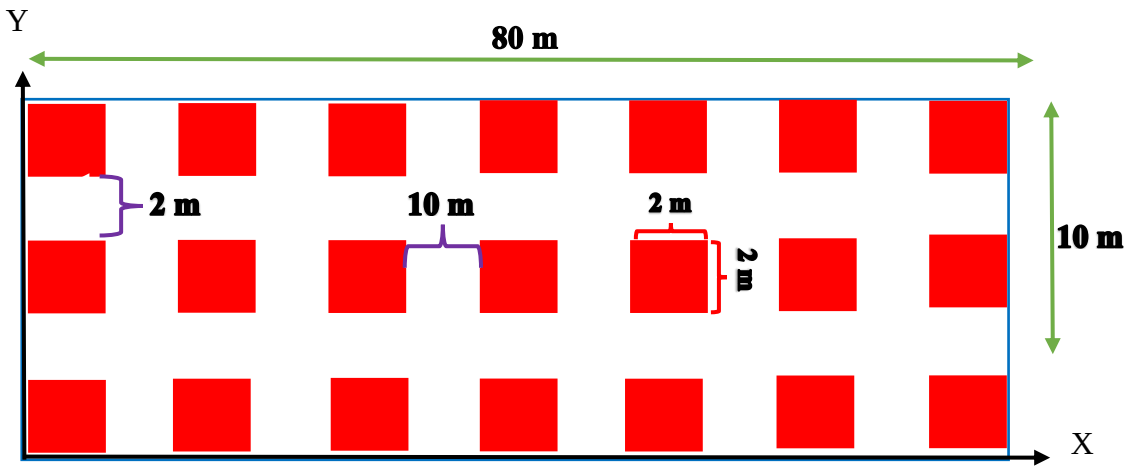
Se procedió a realizar un recorrido exploratorio por el cauce del río Amojú en estudio, que comprendió desde el Centro Poblado Santa Cruz y terminó en la desembocadura del río Marañón, donde se identificó y georreferenció puntos con alta presencia de residuos sólidos y donde existía actividad antrópica para ello se tuvo en consideración lo sugerido por Margenat et al. (2021) y Benavente (2021).

2.2.1.2 Instalaciones de parcelas de muestreo

Después de haber definido los puntos de muestreo se procedió a realizar la instalación de las parcelas de muestro teniendo en consideración que sea época de estiaje como lo sugirió Sarker y Huda (2022); Balarezo y Barbecho (2021) y Margenat et al. (2021); al margen de lo dicho anteriormente, se realizó la instalación de una parcela en cada punto de muestreo la misma que tuvo 80 metros de largo por 10 metros de ancho; así mismo, dentro de estas parcelas se instalaron sub parcelas de muestreo de 2 metros por 2 metros por 5 centímetros de profundidad; cabe precisar que cada sub parcela tuvo una separación a lo largo de 10 metros y de ancho de 2 metros tal como se percibe en la figura 2, además cabe mencionar que la instalación de parcelas de muestreo se realizó entre los meses de agosto y setiembre,considerados estos meses como época de estiaje.

Figura 2

Parcelas y sub parcelas de muestreo



Nota: Recuadro azul (parcela), recuadros rojos (sub parcelas).

2.2.1.3 Colecta de muestra

Se procedió a colectar el suelo con una palana y a depositar en bolsas Ziploc teniendo en consideración la metodología de Balarezo y Barbecho (2021) y Sánchez et al. (2022)

2.2.2 Trabajo de laboratorio

Luego de haber colectado las muestras se procedió a realizar el trabajo en laboratorio donde se tuvo en cuenta la metodología de Balarezo y Barbecho (2021); Huanaco (2021), Manrique (2020) y Manrique (2019) donde se realizó lo siguiente:

- Pesado de las muestras.
- Se deshumedeció las muestras a 90°C en la estufa del laboratorio de IFA por un periodo de 12 horas (hasta que las muestras de suelo estén completamente secas).
- Luego tamizó las muestras en el laboratorio de suelos de ingeniería Civil, para este proceso se manipuló las muestras con el mayor cuidado posible, para prevenir el origen mecánico de micro plásticos adicionales a los existentes, cabe precisar que se utilizó un tamiz de acero de 5000 µm.

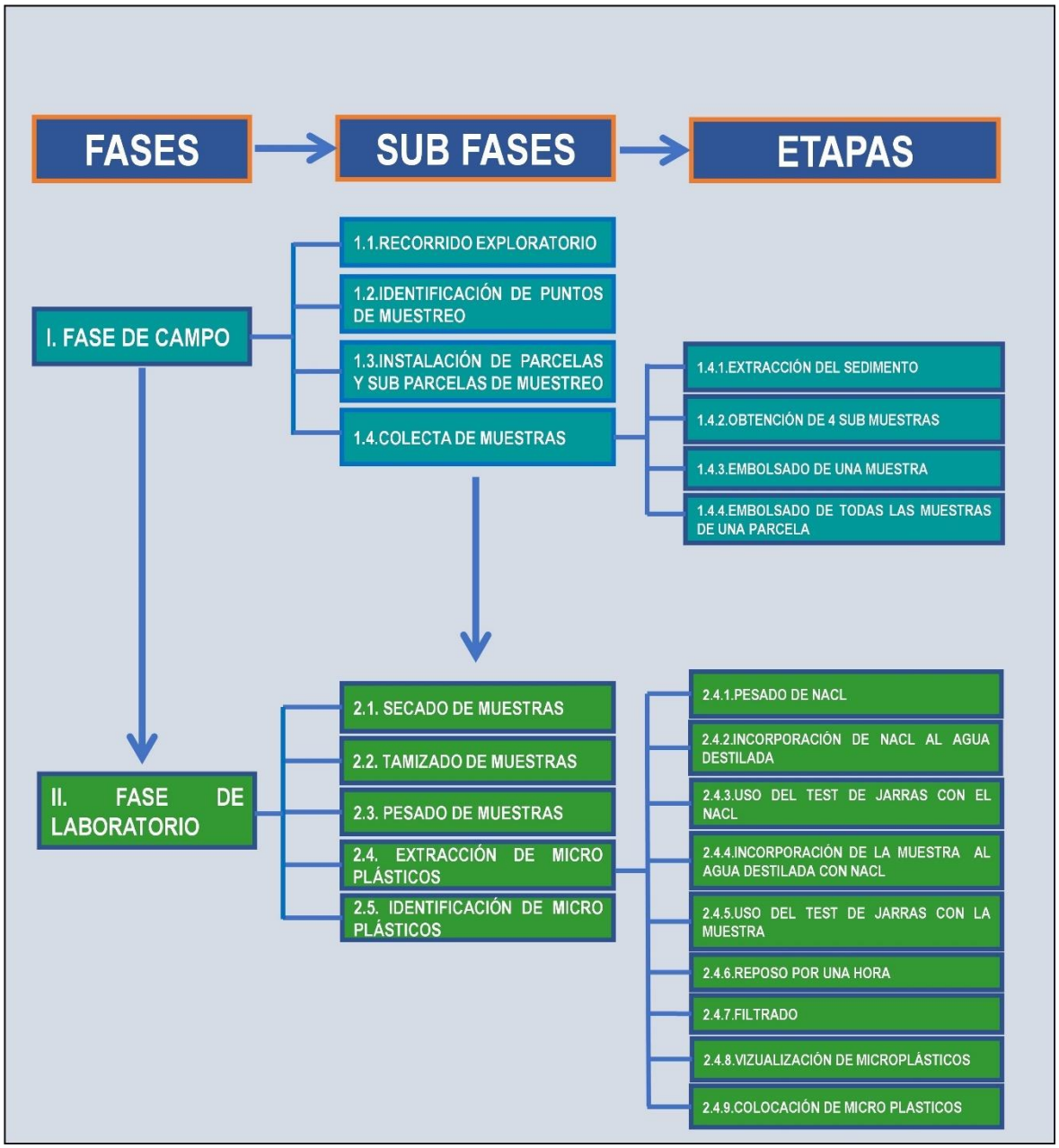
- Una vez tamizadas las muestras se procedió a extraer la materia orgánica.
- Luego de ello se preparó la solución de NaCl (540gr de NaCl en 1500 ml de H_2O destilada).
- A continuación, mediante el Test de Jarras se procedió a extraer los micro plásticos.
- Una vez que se percibió los micro plásticos se procedió a filtrar el sobrenadante.
- Seguidamente se procedió a separar los micro plásticos
- Luego se purificó las muestras.
- Una vez las muestras libres de cualquier impureza se procedió a contarlas y clasificar los micro plásticos existentes en un estereoscopio, considerando que estas no presenten restos orgánicos tal como lo sugiere Vega (2024).

2.2.3 Trabajo de gabinete

Finalmente, una vez obtenidos los datos de laboratorio y campo se procedió a contar e identificar los micro plásticos presentes en cada punto de muestreo, luego se procedió a definir el punto de muestreo cuya área tiene una mayor cantidad y diversidad de micro plásticos en los sedimentos de la cuenca baja y desembocadura del río Amojú, para ello se consideró la metodología de Vásquez et al. (2021) y Purca et al. (2017).

Figura 3

Flujograma de actividades



III. RESULTADOS

3.1 Micro plásticos presentes por punto de muestreo

En la tabla 1 se percibe los micro plásticos presentes en el punto de muestreo 1, cabe precisar que, en la sub parcela B3 se obtuvo 38 unidades de micro plásticos procedentes de malla raschell (Polietileno de alta densidad), seguido de la sub parcela C7 donde se evidenció 15 unidades de micro plásticos procedentes de baldes (Polietileno de alta densidad), siendo estas dos sub parcelas las que presentan mayor cantidad micro plásticos. Por otro lado, en la sub parcela A3 solo se evidencia 1 unidad de micro plástico y en las sub parcelas A5, B1, B4, B5, B6 y C6 no se evidenció micro plásticos.

Tabla 1

Micro plásticos presentes en el punto de muestreo I.

Ficha de Micro Plásticos Presentes en la Parcela I			
Sub parcela	**Cantidad**	**Tipo de micro plásticos**	**mm**
A1	7	Polietileno de baja densidad (7) - residuo de bolsa azul	0.977 mm 2.568 mm 2.104 mm 1.972 mm 1.545 mm 3.241 mm 0.862 mm
A2	7	Polietileno de baja densidad (7) - residuo de bolsa azul y blanca	2.55 mm 1.85 mm 0.845 mm 2.255 mm 1.455 mm 1.899 mm 0.746mm

A3	1	Polietileno de baja densidad (1) - residuo de bolsa transparenté	1.35 mm
A4	10	Poliestireno (1) – residuo de corcho Polipropileno (1) - residuo de envase de galleta Polietileno de alta densidad (8) - residuo de balde	0.674 mm 1.766 mm 3.524 mm 1.400 mm 1.988 mm 2.341 mm 0.912 mm 1.695 mm 3.445 mm 0.712 mm
A5	0	***	-
A6	2	Poliestireno (2) - residuo de corcho	0.856
A7	6	Poliestireno (6) - residuo de corcho	2.334 mm 1.699 mm 0.900 mm 1.504 mm 1.941 mm 0.812 mm
B1	0	***	-
B2	2	Polietileno de baja densidad (1)- residuo de bolsa negra Polietileno de alta densidad (1) residuo de malla raschell	0.867 mm 0.904 mm

Ficha de Micro Plásticos Presentes en la Parcela I			
Sub parcela	**Cantidad**	**Tipo de microplásticos**	**mm**
B3	38	Polietileno de alta densidad (38) - residuo de malla raschell	1.575 mm 0.411 mm 2.451 mm 0.940 mm 2.588 mm 0.951 mm 0.982 mm 2.125 mm 4.254 mm 0.955 mm 0.752 mm 2.524 mm 2.624 mm 0.900 mm 2.358 mm 1.147 mm 1.919 mm 2.658 mm 3.845 mm 0.819 mm 0.985 mm 2.166 mm 2.324 mm 1.300 mm 1.188 mm 3.321 mm 3.712 mm 0.825 mm 0.825 mm 0.872 mm

			0.804 mm 1.816 mm 3.524 mm 2.800 mm 0.888 mm 2.341 mm 0.812 mm 2.591 mm
B4	0	***	-
B5	0	***	-
B6	0	***	-
B7	2	Polietileno de baja densidad (2) - residuo de bolsa blanca	1.231 mm 1.651 mm
C1	8	Poliestireno (2) – residuo de corcho Polietileno de baja densidad (6) – residuo de bolsa blanca	1.210 mm 0.754 mm 1.247 mm 0.924 mm 1.405 mm 0.980 mm 1.520 mm 1.119 mm
C2	8	Poliestireno (3) - corcho Polietileno de alta densidad (3) - residuo de balde Polietileno de baja densidad (2) - residuo de bolsa azul	2.115 mm 3.257 mm 2.721 mm 1.635 mm 2.713 mm 1.466 mm 0.941 mm 0.935 mm
C3	2	Polietileno de alta densidad (2) - residuo de balde	0.835 mm 1.713 mm

C4	5	Polietileno de alta densidad (4) - residuo de balde Polietileno de baja densidad (1) - residuo de bolsa transparente	2.720 mm 2.851 mm 2.121 mm 1.400 mm 1.521 mm
C5	3	Polietileno de alta densidad (3) - residuo de malla raschell	4.452 mm 0.800 mm 1.421 mm
C6	0	***	-
C7	15	Polietileno de alta densidad (15) – residuo de pedazos de balde	1.400 mm 0.812 mm 3.645 mm 1.501 mm 1.300 mm 1.408 mm 2.123 mm 0.950 mm 1.565 mm 2.900 mm 0.919 mm 0.985 mm 1.276 mm 1.454 mm 1.900 mm
Total		**116**	

En la Tabla 2 se muestra la presencia de microplásticos en el punto de muestreo 2. Se observa que en la subparcela A6 existe la presencia de 16 unidades de microplásticos de procedentes baldes; así mismo, se percibe que en la sub parcelas A1, y A3 se evidenció sólo 1 unidad de micro plástico procedente de corcho (Poliestireno) y residuo de balde (Polietileno de alta densidad); mientras que en las subparcelas A2, A4, A5, A7, B1, B2, B3, B4, B7, C2, C5, C6 y C7 no se evidenció presencia de micro plásticos.

Tabla 2

Micro plásticos presentes en el punto de muestreo II

Ficha de Micro Plásticos Presentes en la Parcela II			
Sub parcela	**Cantidad**	**Tipo de microplásticos**	**mm**
A1	1	Poliestireno (1) - residuo de corcho	1.551 mm
A2	0	***	
A3	1	Polietileno de alta densidad (1) - residuo de balde	1.387 mm
A4	0	***	-
A5	0	***	-
A6	16	Polietileno de alta densidad (16) - residuo de balde	0.950 mm 1.512 mm 2.435 mm 0.901 mm 0.601 mm 0.801 mm 3.143 mm 0.990 mm 2.965 mm 1.760 mm 0.879 mm 1.325 mm 0.976 mm 0.854 mm 2.100 mm

			0.980 mm
A7	0	***	-
B1	0	***	-
B2	0	***	-
B3	0	***	-
B4	0	***	-
B5	4	Polietileno de baja densidad (2) - residuo de bolsa azul Polietileno de alta densidad (2)- residuo de paja rafia	1.263 mm 0.687 mm 2.965 mm 1.760 mm
B6	2	Polietileno de alta densidad (2)- residuo de malla Raschell	1.545 mm 1.341 mm
B7	0	***	
C1	2	Polietileno de alta densidad (1) - residuo de malla raschell Polietileno de baja densidad (1)- residuo de bolsa blanca	2.965 mm 1.170 mm
C2	0	***	-
C3	5	Polietileno de baja densidad (5) - residuo de bolsa blanca	1.388 mm 0.901 mm 2.703 mm 1.190 mm 0.864 mm
C4	3	Polietileno de baja densidad (2) - residuo de bolsa azul Polietileno de alta densidad (1) -residuo de balde	0.469 mm 1.796 mm 0.803 mm
C5	0	***	-
C6	0	***	-
C7	0	***	-
Total		**34**	

La Tabla 3 exhibe la presencia de micro plásticos en el punto de muestreo 3. Se observa que en la subparcela B7 se encontraron 12 unidades de micro plásticos provenientes de bolsas amarillas (Polietileno de baja densidad), en las subparcelas A3 y A7 solo se encontraron 1 unidad de micro plásticos provenientes de bolsa amarilla (Polietileno de baja densidad) y saco blanco (Polipropileno); por otro lado, en las sub parcelas A2, A4, A5, A6, B2, B4, B6, C1, C5 y C7 no se evidencio la presencia de microplásticos.

Tabla 3

Micro plásticos presentes en el punto de muestreo III

Ficha de Micro Plásticos Presentes en la Parcela III			
Sub parcela	**Cantidad**	**Tipo de microplásticos**	**mm**
A1	2	Polietileno de baja densidad (2) - residuo de bolsa blanca	1.441 mm 2.350 mm
A2	0	*****	-
A3	1	Polietileno de baja densidad (1) - residuo de bolsa amarilla	1.916 mm
A4	0	*****	-
A5	0	*****	-
A6	0	*****	-
A7	1	Polipropileno (1) - residuo de saco blanco o saco de polipropileno	3.123 mm
B1	6	Polietileno de baja densidad (5) - residuo de bolsas amarilla Poliestireno (1) - residuo de corcho	1.702 mm 0.851 mm 1.830 mm 0.990 mm 1.254 mm 1.235 mm
B2	0	*****	-
B3	3	Polietileno de baja densidad (3)- residuo de bolsas amarillas	1.421 mm 2.352 mm 1.143 mm
B4	0	*****	-
B5	3	Poliestireno (1) – residuo de corcho Polietileno de baja densidad (2) - residuo de bolsa amarilla y blanca	0.673 mm 0.610 mm 0.744 mm
B6	0	*****	-

B7	12	Polietileno de baja densidad (12) - residuo de bolsa amarilla	1.830 mm 0.491 mm 1.521 mm 0.690 mm 2.354 mm 0.435 mm 1.302 mm 0.941 mm 2.130 mm 1.210 mm 0.754 mm 0.915 mm
C1	0	*****	-
C2	2	Polietileno de baja densidad (1) - residuo de bolsa amarilla Poliestireno de alta densidad (1)- residuo de malla raschell	0.835 mm 0.902 mm

Ficha de Micro Plásticos Presentes en la Parcela III			
Sub parcela	**Cantidad**	**Tipo de microplásticos**	**mm**
C3	2	Poliestireno (1) – corcho Polietileno de alta densidad (1)- residuo de balde	0.735 mm 2.502 mm
C4	4	Polietileno de alta densidad (3) - residuo de balde Polietileno de baja densidad (1) - residuo de bolsa transparente	3.220 mm 2.110 mm 0.954 mm 2.520 mm
C5	0	*****	-
C6	4	Polipropileno (3) - residuo de saco negro Polietileno de baja densidad (1) - residuo de bolsa azul	1.562 mm 1.278 mm 1.371 mm 2.214 mm
C7	0	*****	-
Total	**40**		

La Tabla 4 muestra la presencia de microplásticos en el punto de muestreo 4. Se observa que en la subparcela A2, B2, C1 y C5 se encontraron 5 unidades de microplásticos en cada sub parcela provenientes de bolsas de diversos colores (Polietileno de baja densidad), tina (Polietileno de alta densidad) y corcho (Poliestireno). Así mismo, en la subparcela A1 se encontró 1 unidad de micro plástico proveniente de tina (Polietileno de alta densidad); por otro lado, en las sub parcelas A3, A5, A6, A7, B3, B4, B6, B7, C3 y C6 no se evidencio la presencia de microplásticos.

Tabla 4

Micro plásticos presentes en el punto de muestreo IV

Ficha de Micro Plásticos Presentes en la Parcela IV			
Sub parcela	**Cantidad**	**Tipo de microplásticos**	**mm**
A1	1	Polietileno de alta densidad (1) - residuo de tina	1.210 mm
A2	5	Polietileno de alta densidad (1) - residuo de tina Polietileno de baja densidad (4) - residuo de bolsas azules y amarillas	2.110 mm 0.871 mm 1.191 mm 0.910 mm 1.290 mm
A3	0	*****	
A4	3	Polietileno de alta densidad (3) - residuo de residuos de tina	1.410 mm 2.110 mm 0.841 mm
A5	0	*****	
A6	0	*****	

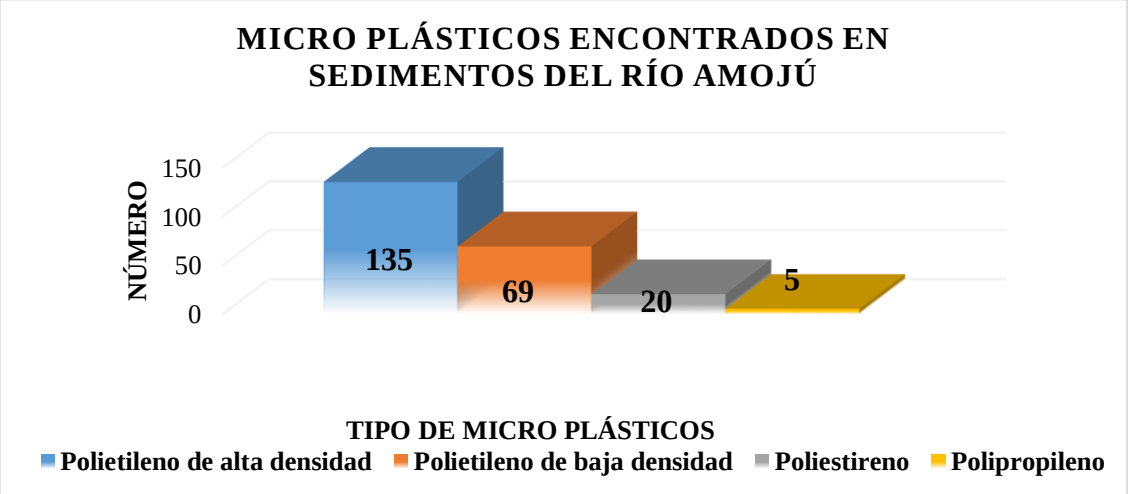
Ficha de Micro Plásticos Presentes en la Parcela IV			
Sub parcela	**Cantidad**	**Tipo de microplásticos**	**mm**
A7	0	*****	
B1	3	Polietileno de alta densidad (3) - residuos de tina	1.411mm 1.671 mm 2.421 mm
B2	5	Polietileno de alta densidad (5) - residuos de tina	0.910 mm 0.771 mm 2.191 mm 2.424 mm

			2.521 mm
B3	0	*****	-
B4	0	*****	-
B5	3	Polietileno de alta densidad (3) - residuo de plástico azul, hilo de saco blanco, pedacito de tina	0.838 mm 2.171 mm 1.944 mm
B6	0	*****	-
B7	0	*****	-
C1	5	Polietileno de alta densidad (5) - residuos de tina	1.128 mm 1.465 mm 1.354 mm 0.690 mm 0.870 mm
C2	3	Polietileno de alta densidad (5) - residuos de tina	2.642 mm 2.597 mm 1.128 mm 0.790 mm 3.162 mm
C3	0	*****	-
C4	4	Polietileno de alta densidad (4) - residuos de tina, malla raschell	1.233 mm 0.950 mm 1.510 mm 1.245 mm
C5	5	Polietileno de alta densidad (4) - residuos de tina Poliestireno (1) - residuo de corcho	3.588 mm 1.385 mm 0.810 mm 2.372 mm
C6	0	*****	-
C7	2	Polietileno de alta densidad (1) - residuos de tina Poliestireno (1) - residuo de corcho	1.412 mm 0.870 mm
Total	**39**		

En la figura 4 se muestra la cantidad de micro plásticos encontrados en los 4 puntos de muestreo donde se evidencia que existe en mayor cantidad polietileno de alta densidad (135 unidades) procedente de tinas, baldes, malla raschell. plásticos, sacos, paja rafia. Por otro lado, se evidencia la existencia de polietileno de baja densidad (69 unidades), poliestireno (20 unidades) y polipropileno (5 unidades). Para ver la ubicación geográfica de los puntos de muestreo ver figura 13.

Figura 4

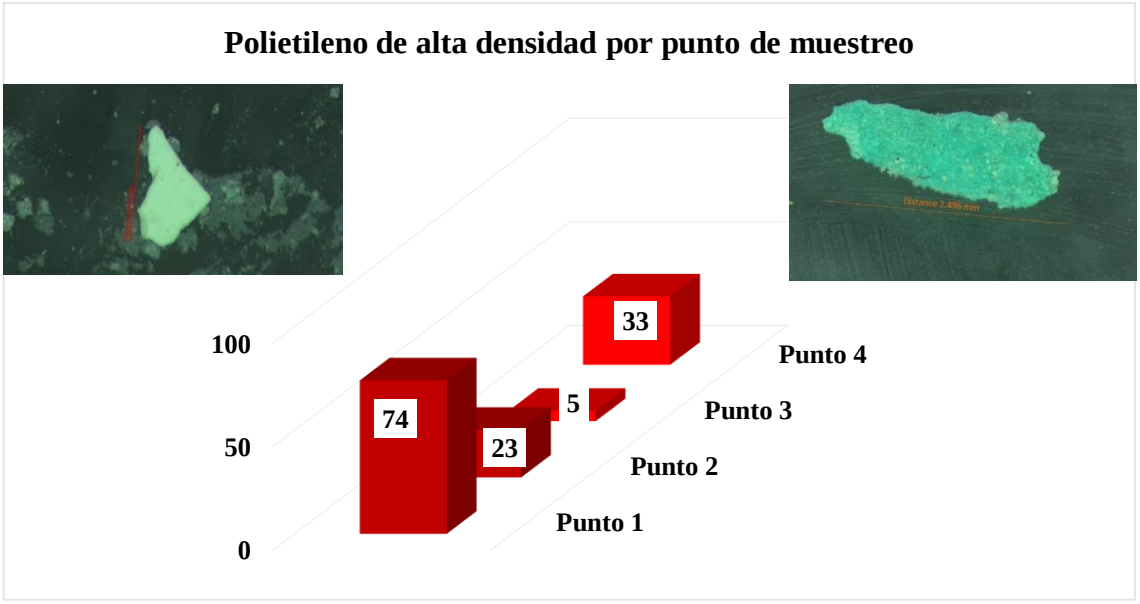
Número de micro plásticos encontrados



En la figura 5 se observa la cantidad de unidades de micro plástico de polietileno de alta densidad por punto de muestro, donde en el punto uno hubo 74 unidades de micro plástico, en el punto dos 23 unidades de micro plástico, en el punto tres 5 unidades de micro plástico y en el punto cuatro 33 unidades de micro plásticos. Para ver la ubicación geográfica de los puntos de muestreo ver figura 13.

Figura 5

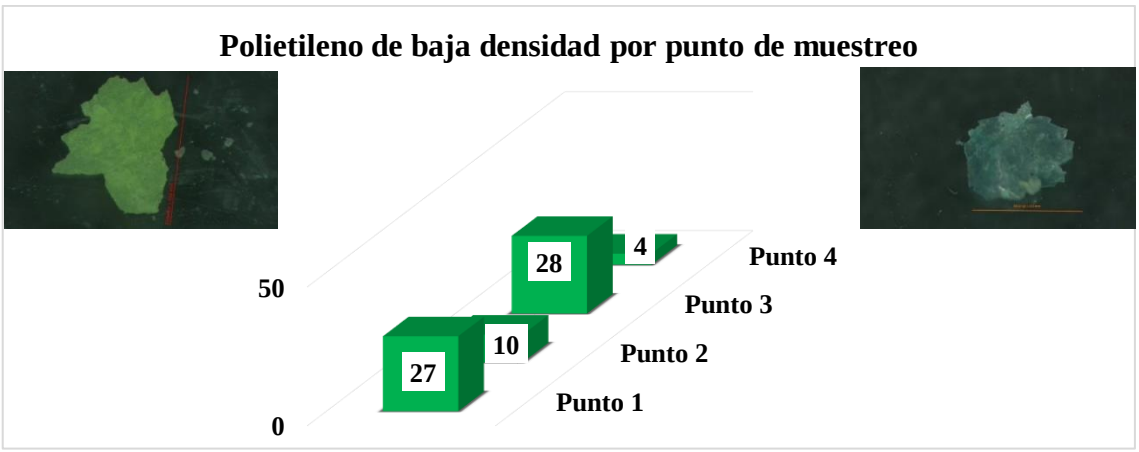
Polietileno de alta densidad por punto de muestreo



En la figura 6 se observa la cantidad de unidades de micro plástico de polietileno de baja densidad por punto de muestro, donde en el punto uno hubo 27 unidades de micro plástico, en el punto dos 10 unidades de micro plástico, en el punto tres 28 unidades de micro plástico y en el punto cuatro 4 unidades de micro plásticos. Para ver la ubicación geográfica de los puntos de muestreo ver figura 13.

Figura 6

Polietileno de baja densidad por punto de muestreo

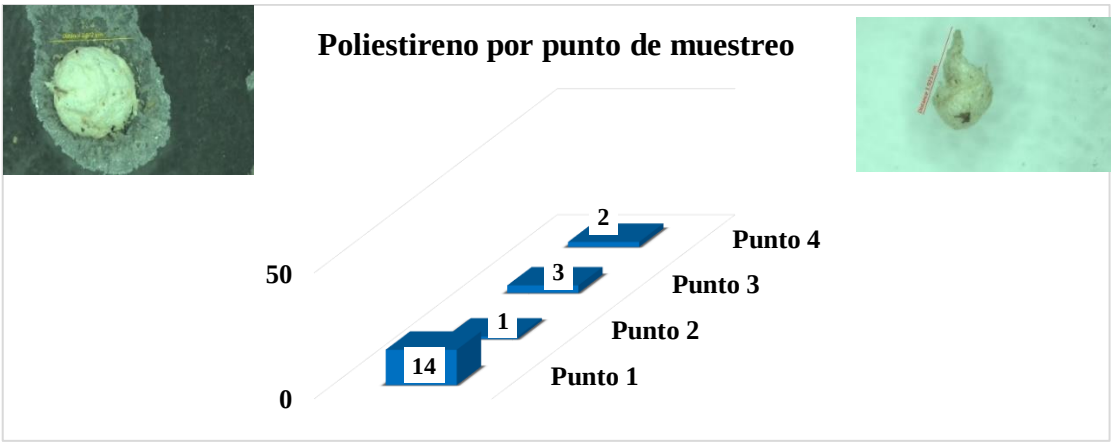


En la figura 7 se observa la cantidad de unidades de micro plástico de polietileno por punto de muestro, donde en el punto uno hubo 14 unidades de micro plástico, en el punto dos 1 unidad de micro plástico, en el punto tres 3 unidades de micro plástico y en

el punto cuatro 2 unidades de micro plásticos. Para ver la ubicación geográfica de los puntos de muestreo ver figura 13.

Figura 7

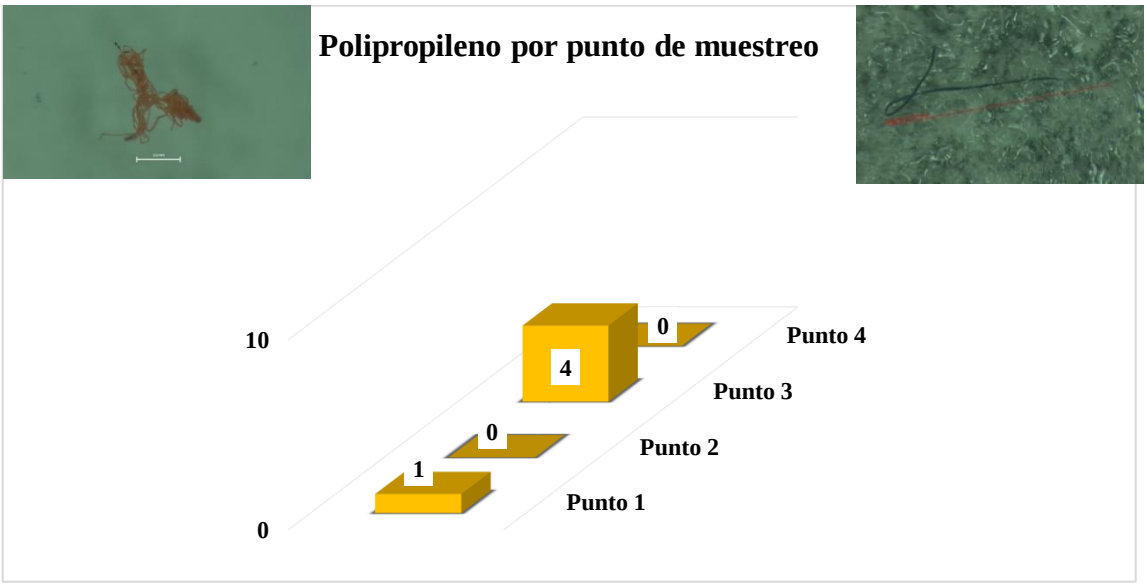
Poliestireno por puntos de muestreo



En la figura 8 se observa la cantidad de unidades de micro plástico de polipropileno por punto de muestro, donde en el punto uno hubo 1 unida de micro plástico, en el punto dos 0 unidades de micro plástico, en el punto tres 4 unidades de micro plástico y en el punto cuatro 0 unidades de micro plásticos. Para ver la ubicación geográfica de los puntos de muestreo ver figura 13.

Figura 8

Polipropileno por puntos de muestreo

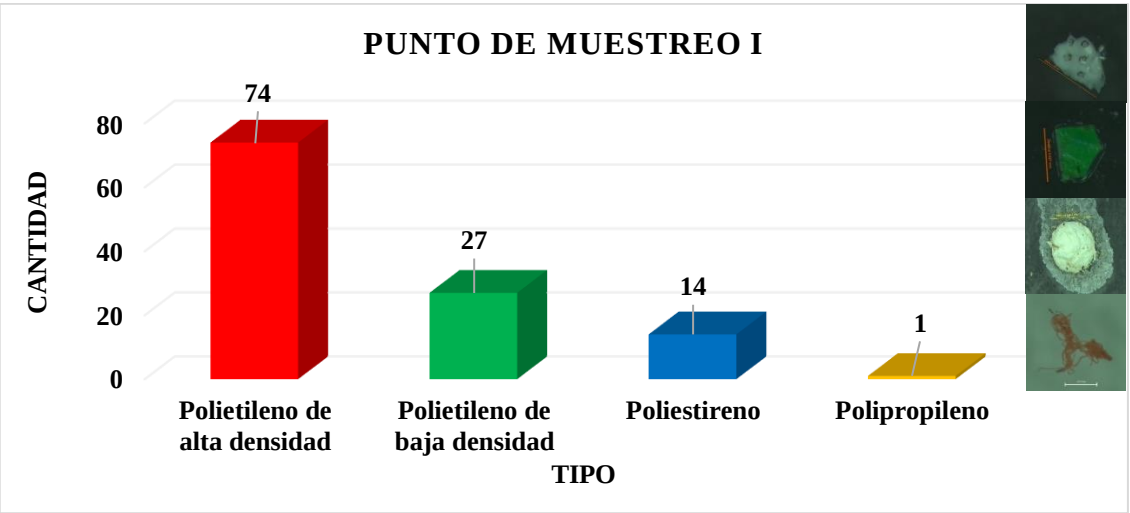


3.2 Cantidad y tipo de micro plásticos por área de muestreo

En la figura 9 se percibe que en el punto de muestreo 1 se encontraron 116 unidades de micro plásticos de las cuales 74 unidades de micro plásticos son polietileno de alta densidad procedentes de: baldes y malla Rachell; 27 unidades de micro plásticos son polietileno de baja densidad procedentes de: bolsas blancas, bolsa azul y bolsa negra; 14 unidades de micro plásticos son poliestirenos procedentes de corcho y 1 unidad de micro plásticos es polipropileno procedente de envase de galleta.

Figura 9

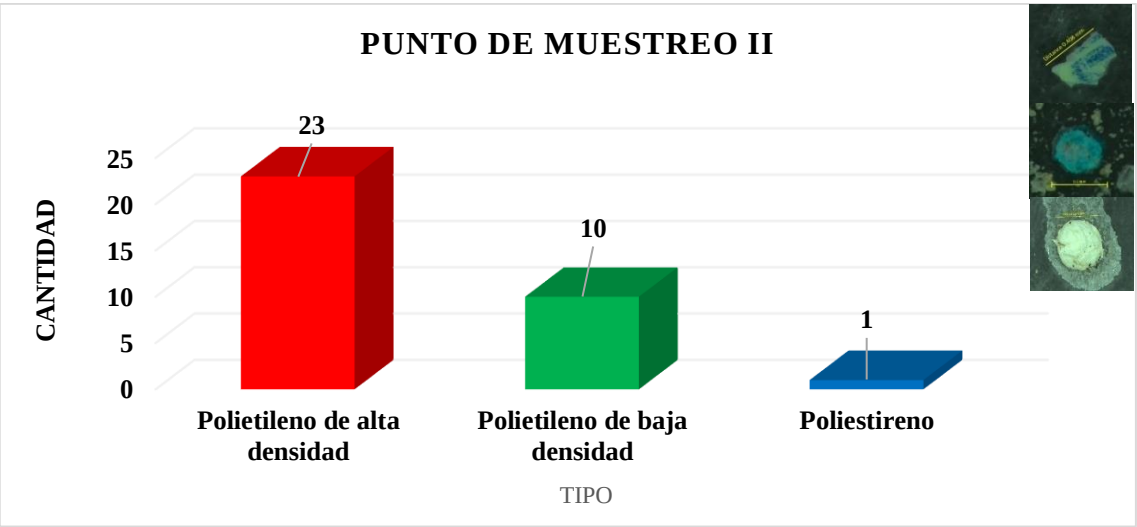
Micro plásticos presentes en el punto de muestreo I



En la figura 10 se percibe la existencia de 34 unidades de micro plásticos presentes en el punto de muestreo II, donde existen 23 unidades de micro plásticos de polietileno de alta densidad procedentes de: baldes, paja rafia y malla Rachell; 10 unidades de micro plásticos de polietileno de baja densidad procedentes de: bolsas blancas y bolsa azul; 1 unidad de micro plástico de poliestireno procedentes de corcho.

Figura 10

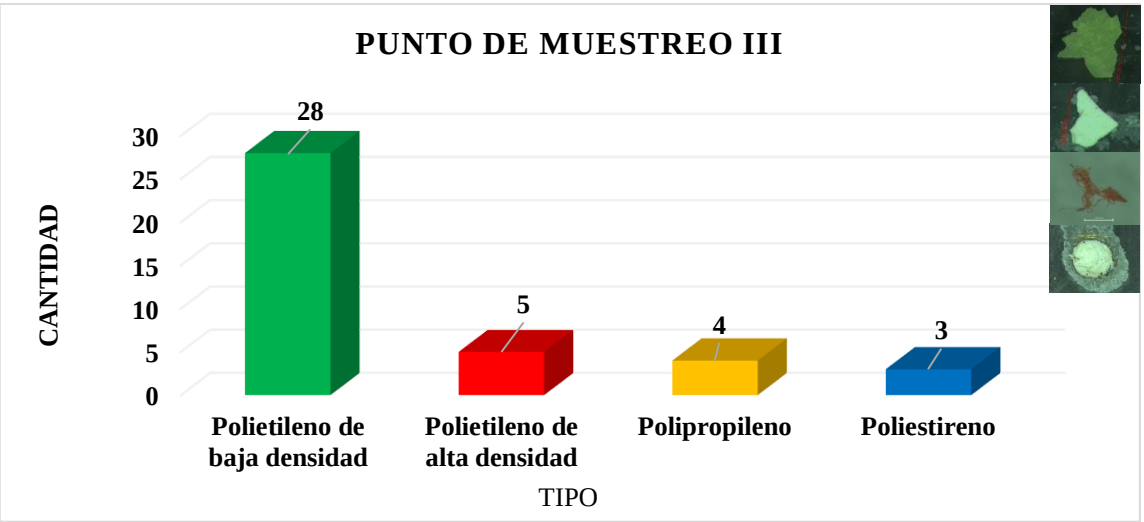
Micro plásticos presentes en el punto de muestreo II



En la figura 11 se percibe la existencia de 40 unidades de micro plásticos presentes en el punto de muestreo III, donde existen 28 unidades de micro plásticos de polietileno de baja densidad procedentes de: bolsa blanca, bolsa amarilla, bolsa transparente y bolsa azul; 5 unidades de micro plásticos de polietileno de alta densidad procedentes de: balde, malla Rachell; 4 unidades de micro plástico de polipropileno procedentes de: saco blanco y saco negro; 3 unidades de micro plástico de poliestireno procedentes de corcho.

Figura 11

Micro plásticos presentes en el punto de muestreo III

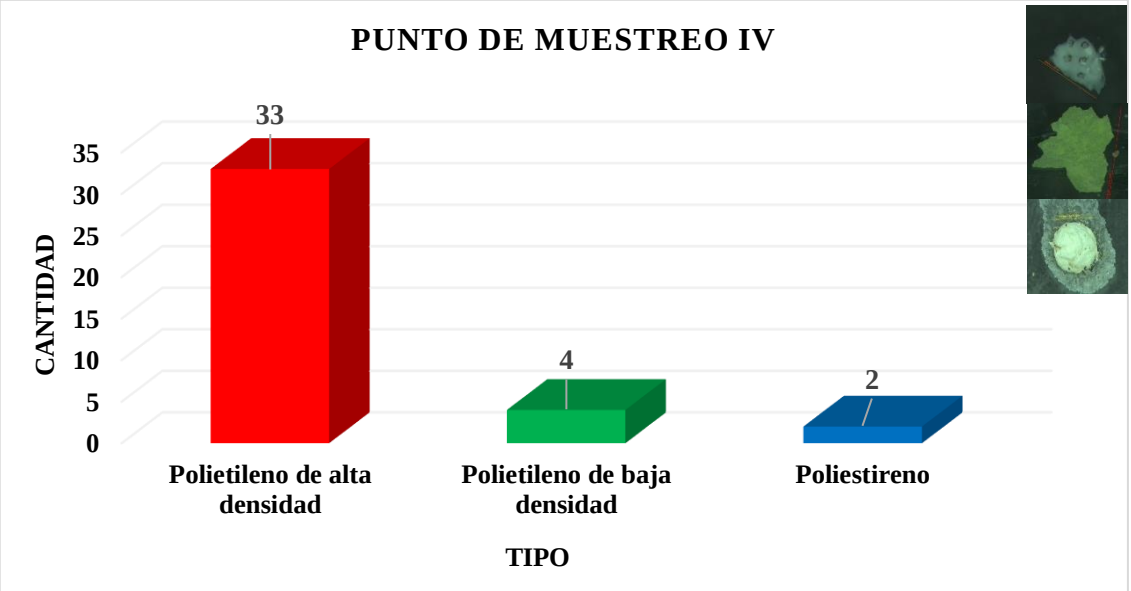


En la figura 12 se percibe la existencia de 39 unidades de micro plásticos presentes en el punto de muestreo IV, donde existen 33 unidades de micro plásticos de polietileno

de alta densidad procedentes de: residuos de tinta, tina, malla Rachell, plástico azul, hilo de saco blanco; 4 unidades de micro plásticos de baja densidad procedentes de: bolsa azul y bolsa amarilla; 2 unidades de micro plásticos de poliestireno procedentes de corcho.

Figura 12

Micro plásticos presentes en el punto de muestreo IV

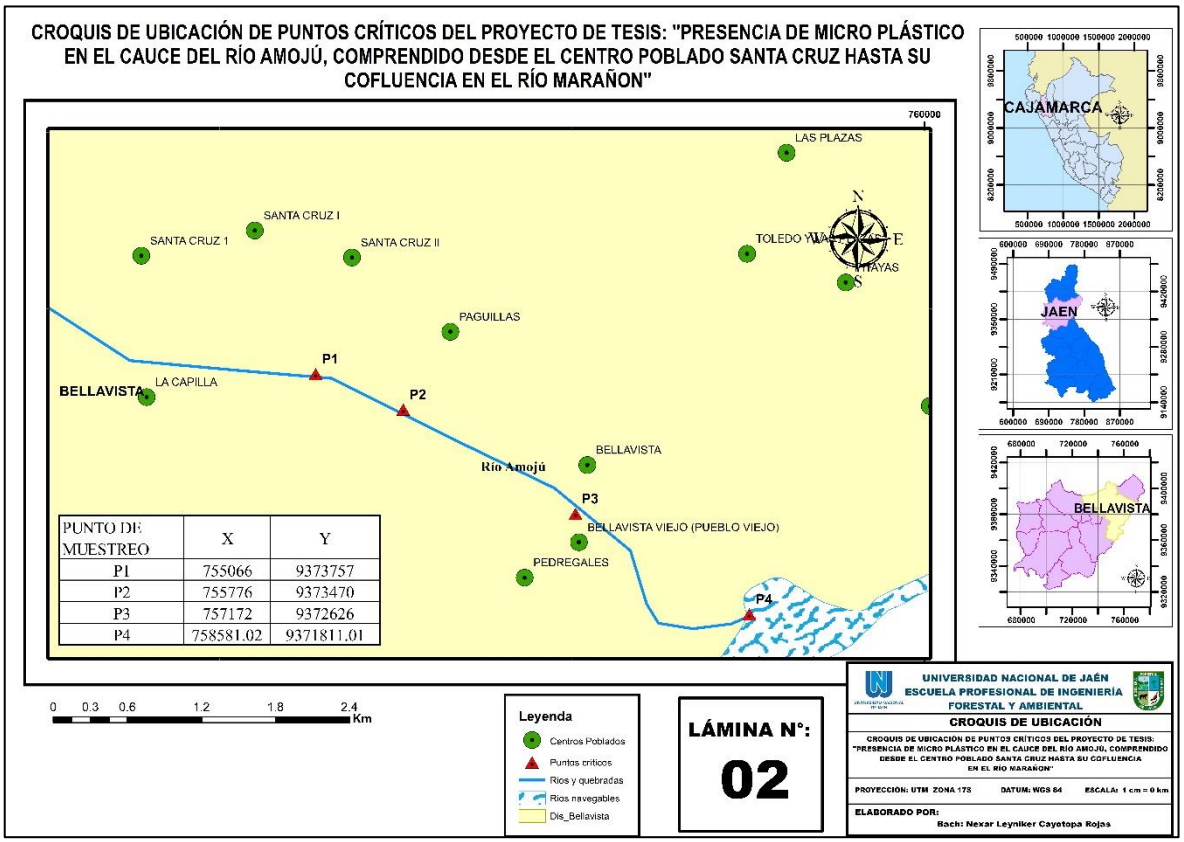


3.3 Puntos críticos de presencia de micro plásticos en el río Amojú.

Se han identificado cuatro áreas con presencia de micro plásticos en el curso del río Amojú, que van desde el centro poblado Santa Cruz hasta su desembocadura en el río Marañón (ver figura 13). Es importante señalar que en el primer punto se observa que la población del C. P. Santa Cruz está arrojando sus residuos en esta ubicación; en el segundo punto se registra la actividad de producción de arroz y extracción de agregados; en el tercer punto se constata que el distrito de Bellavista se encuentra muy próximo a este punto de muestreo, con una importante actividad humana; por último, en el cuarto punto se evidencia la confluencia del río Amojú con el río Marañón, donde las aguas del río Amojú depositan diversos residuos, tanto orgánicos como inorgánicos.

Figura 13

Croquis de ubicación de puntos críticos con presencia de micro plástico en el cauce del río Amojú.



IV. DISCUSIONES

En el estudio se hallaron un total de 229 micro plásticos en cuatro puntos de muestreo, con formas variadas como filamentos, microesferas, fibras y fragmentos, siendo estos últimos los más numerosos. Comparando estos resultados con investigaciones anteriores de Hernández y Damián (2018) y Ruiz (2021), se observa una similitud, especialmente en la predominancia de fragmentos. Además, según Rojo (2022), durante la época de estiaje se encuentra una menor cantidad de fibras, lo cual concuerda con los hallazgos de este estudio, que muestra una proporción reducida de micro plásticos en esta forma, posiblemente debido a su arrastre durante las crecidas del río.

En el punto de muestreo I se identificaron 38 micro plásticos provenientes de malla raschell. Es probable que esta malla tenga su origen en el vivero de cacao "El Paraíso", cercano al centro poblado Santa Cruz (Anexo 12) o de otros viveros en las cercanías del río Amojú. Estos residuos llegaron al río Amojú a través de la escorrentía o fueron arrastrados por corrientes de agua que desembocan en él. La fragmentación pudo haber sido causada por factores climáticos como la radiación solar, las precipitaciones y las crecidas, según indican Bollaín y Vicente (2019). Otra posible causa de la presencia de estos residuos en el río Amojú es la disposición directa sobre este o el arrastre por el agua durante las lluvias, como señalan Castañeta et al. (2020).

Por otro lado, en el punto de muestreo I se evidenciaron residuos plásticos provenientes de residuos domésticos como: corcho, envase de galleta, baldes, bolsa blanca, bolsa azul, bolsa transparente y bolsa negra (Anexo 1 y 4); esto se debe a que en este punto de muestreo la población del centro poblado de Santa Cruz arroja sus residuos domiciliarios, coincidiendo con Vargas et al. (2021) que refiere que las malas prácticas de disposición de residuos domiciliarios estaría generando contaminación de fuentes de agua y suelo, esto se afirma debido a la existencia de micro plásticos en sedimentos del río Amojú-

En el punto de muestreo II se encontraron microplásticos procedentes de bolsas, baldes y malla raschell (Anexo 1 y 5). La cantidad de microplásticos fue baja, probablemente porque no hay urbanización cercana. Es posible que estos residuos hayan sido arrastrados durante la época de avenida y se hayan quedado atrapados en los sedimentos debido a diversos factores geográficos. Esto concuerda con lo señalado por Vásquez et al. (2021) y Serna (2020), quienes indican que los microplásticos no necesariamente se encuentran solo en áreas de actividad humana, sino que pueden ser transportados por el agua a zonas remotas, como el tracto digestivo de tilapia o la sangre humana, según lo mencionado por Ruiz (2021).

En el punto de muestreo III se encontraron microplásticos procedentes de bolsas, corcho, baldes, sacos negros y malla raschell. Al comparar con los puntos de muestreo IV y II, se observa que las cantidades de microplásticos son casi iguales (40, 39 y 34 respectivamente). Esto sugiere que su presencia se debe a que son arrastrados por las aguas del río Amojú, ya que los puntos III y IV están cerca de la población del distrito de Bellavista, mientras que el punto II no tiene viviendas cercanas. Esto concuerda con Vásquez et al. (2021) y Serna (2020), quienes señalan que los microplásticos no necesariamente se encuentran solo en zonas de actividad humana, sino que pueden ser transportados por el agua a lugares remotos debido a las malas prácticas de disposición de residuos sólidos.

Silvera (2023) menciona que en el agua y los sedimentos de la laguna El Oconal, debido a la mala gestión de residuos, se encuentran poliestireno, siliconas, metacrilato de etilo, tereftalato de polietileno, polietileno de baja densidad, politetrafluoroetileno, poliamida, polipropileno, polietileno de alta densidad y policloruro de vinilo. Esto coincide con la investigación, ya que la inadecuada disposición de residuos sólidos ha generado la presencia de micro plásticos en el río Amojú. Por lo tanto, se puede afirmar que una causa común de la presencia de micro plásticos es la mala disposición de residuos, que a su vez conlleva a una contaminación cruzada como lo refiere la Organización Mundial de la Salud (2023), Mendes et al. (2023) y Lino (2022), pudiendo ocasionar problemas cardiovasculares, renales, gastrointestinales, neurológicos y reproductivos, entre otros, como señalan Velarde (2024), Parker (2024),

Ruiz (2021) refiere que en los sedimientos de los ríos existe la presencia de diversos micro plásticos de las formas de: fragmentos, fibras, espumado, películas de plásticos, entre otros. Al comparar con los resultados de la investigación se concuerda con este autor debido a que se encontraron las mismas formas de micro plásticos antes mencionados en los cuatro puntos de muestreo establecidos en la presente investigación, estas formas serían adquiridas por diversos factores ambientales y antropogénicos.

Huanaco (2019) sugiere que las parcelas de muestreo deben ser de 60 m con un intervalo de muestreo de 10 m, así mismo, sugiere tomar solo tres muestras de sedimentos por parcela. Al comparar la apreciación de Huanaco (2019) con lo resultados de las tablas 1,2,3 y 4 se difiere; puesto que, los resultados no son confiables; esto debido a que, en la investigación más de 2 sub parcelas no presentaban micro plásticos, por lo que, se podría interpretar erroneamente los resultados creyendo que no existe presencia de micro plásticos.

Manrique (2019) señala que generalmente hay una mayor cantidad de micro plásticos en los sedimentos durante la época de estiaje. Esta observación coincide con la investigación, ya que se encontraron micro plásticos en las zonas evaluadas. Asu vez, se concuerda con la afirmación de Huanaco (2019), quien indica que en la época de avenida hay menos microplásticos debido a que son arrastrados aguas abajo por el caudal del agua, llegando a acumularse en las islas fluviales. En este sentido, se podría decir que la presencia de micro plásticos existe en mayor cantidad en época de sequía debido a que su arrastre es mínimo a comparación de la época de estiaje.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Se determinó la presencia de 229 micro plásticos de tipo polietileno de alta densidad, polietileno de baja densidad, polipropileno y poliestireno en cuatro puntos de muestreo, los mismos que tenían formas de filamentos, microesfera, fibra y fragmentos.
- El área con mayor presencia de micro plásticos es el punto de muestreo I donde en un área de 800 m^2 se evidenció la presencia de 116 unidades de micro plásticos de tipo polietileno de alta densidad, polietileno de baja densidad, polipropileno y poliestireno
- Existen cuatro puntos críticos de arrojo de residuos en el cauce contemplado desde el centro poblado el Centro Poblado Santa Cruz hasta su desembocadura en el río Marañón.

5.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar investigaciones en sedimentos circundantes a la zona urbana de la ciudad de Jaén para determinar el grado de contaminación con relación a la desembocadura del río Amojú.
- Se propone hacer investigaciones en época de lluvias sobre la presencia de micro plásticos, para determinar el curso que siguen y su incidencia sobre la contaminación de océanos.
- Se recomienda trabajar con una parcela de 80 m de largo por 10m de ancho y subdividir la parcela en sub parcelas de muestreo de 2m por 2m con un distanciamiento de 10 m y colectar 1 muestra de cada sub parcela para tener datos certeros como en la presente investigación, ya que, existe la probabilidad que si considera solo 3 muestras por parcela o menos, estas no presenten micro plásticos y se crea que no están presentes en la zona en estudio.
- Se sugiere al MINAM y ANA elaborar una metodología para muestreo de micro plásticos y normativa de niveles máximos permisibles.
- Se sugiere realizar estudios en peces del río Marañón para comprobar la presencia de micro plásticos.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Balarezo, E. X., y Barbecho, E. J. (2021). Evaluación de los métodos de recolección, identificación y cuantificación de Microplásticos en ecosistemas hídricos. [Tesis de posgrado, Universidad de Cuenca]. Repositorio institucional.http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/35591

Benavente, V. (2021). *Determinación de la presencia de microplásticos en nueve playas de Camaná – Arequipa - Perú y programa de sensibilizacion.* [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Santa María]. Repositorio institucional. https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/10594

Bollaín, C., y Vicente, D. (2019). Presencia de microplásticos 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. (2018). 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

Briones, J. (2022). *Efectos en la salud de los microplásticos.* [Tesis de posgrado, Universidad de Alcalá]. Repositorio institucional. https://ebuah.uah.es/dspace/bitstream/handle/10017/54225/TFG_Briones_Roman_2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Castañeta, G., Gutiérrez, A. F., Nacaratte, F., y Manzano, C. A. (2020). Microplásticos: un contaminante que crece en todas las esferas ambientales, sus características y posibles riesgos para la salud pública por exposición. *Redalyc, 37*(3), 160-175. https://www.redalyc.org/journal/4263/426365043004/html/

Fundación Ecología y Desarrollo - ECODES. (2022). *Contaminación por plásticos. Uno de los mayores desafíos ambientales del siglo XX*. https://ecodes.org/hacemos/cultura-para-la-sostenibilidad/salud-y-medioambiente/observatorio-de-salud-y-medio-ambiente/contaminacion-por-plasticos-uno-de-los-mayores-desafios-ambientales-del-siglo-xxi

Hernández, E., y Damian, D. F. (2018). *Evaluación de microplasticos en sedimentos del Rio Tecate.* [Tesis de posgrado, Universidad Autónoma de baja California]. Repositorio institucional. https://hdl.handle.net/20.500.12930/5125

Huanaco, R. (2019). *Diagnóstico de la presencia de microplásticos en sedimentos laterales en la cuenca baja del Río Rímac.* [Tesis de posgrado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio institucional. http://hdl.handle.net/20.500.12404/19416

Huanaco, R. (2021). *Diagnóstico de la presencia de microplásticos en sedimentos laterales en la cuenca baja del Río Rímac.* [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica Del Perú]. Repositorio institucional. http://hdl.handle.net/20.500.12404/19416

Lino, L. J. (2022). *Microplástico en el agua y sedimentos de los ríos Huallaga, Aucayacu y Sangapilla en la ciudad de Aucayacu.* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio institucional. https://hdl.handle.net/20.500.14292/2180

Manrique, R. E. (2019). *Microplásticos en sedimentos fluviales de la cuenca baja y desembocadura del río Jequetepeque, Perú.* [Tesis de posgrado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio institucional. http://hdl.handle.net/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.* http://hdl.handle.net/10261/241615

Mendes, G. O., Maximiano, L., Priscilla, M., Luiza, E., Letícia , M., y Alves, T. (2023). Investigação da presença de micro plásticos em moluscos de cultivo de Santa Catarina. *Anais eletrônicos... Campinas, 1*(1), 1-10. https://proceedings.science/sepei-2023/trabalhos/investigacao-da-presenca-de-micro-plasticos-em-moluscos-de-cultivo-de-santa-cata?lang=pt-br

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 microplásticos 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

Parker, l. (2024). *Los microplásticos ya están en nuestros cuerpos. ¿Cuánto nos dañan?* https://www.nationalgeographicla.com/medio-ambiente/2022/04/los-microplasticos-ya-estan-en-nuestros-cuerpos-cuanto-nos-danan

Purca, S., y Henostroza, A. (2017). Presencia de microplásticos en cuatro playas arenosas de Perú. *Revista Peruana de Biología, 24*(1), 101-106. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-99332017000100012

Rojo, D. (2022). *Microplásticos 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

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

Sánchez, L. L., Huamán, A. L., y Ángeles, O. J. (2022). Micro plástico: una amenaza imperceptible en la Playa Agua Dulce, distrito de Chorrillos. *Revista acreditada por el Fondo Editorial de la UNMSM, 25*(49), 303-311. https://doi.org/10.15381 /iigeo.v25i49.19219

Sarker, S., y Huda, S. (2022). Transferencia trófica de microplásticos en el ecosistema acuático del bosque de manglar de Sundarbans, Bangladesh. *Ciencia del Ambiente Total, 838*(2). https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.155896

Segarra, D. I., y Palacios, M. D. (2023). *Identificación y análisis de micro plásticos en la zona costera de Playas (General Villamil), provincia del Guayas, Ecuador.* http:// uprepositorio.upacifico.edu.ec/handle/123456789/939

Serna M, E. (2020). *Desarrollo e innovación en ingeniería* (Quinta Edición ed.). Medellin: Editorial Instituto Antioqueño de Investigación. Recuperado el 2023, de 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

Silvera, M. T. (2023). *Microplásticos en agua y sedimentos en la orilla de la laguna el oconal en el distrito de Villa Rica, departamento de pasco - 2022.* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio institucional. https://repositorio.unas.edu.pe/handle/20.500.14292/2534

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/peg e.50.628.445

Vásquez, D., Molina , A., y Duque , G. (2021). Distribución espacial y aumento a través del tiempo de microplásticos 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

Vega, L. (2024). *Recomendaciones para la cuantificación de microplásticos en muestras de agua, playas y lechos marinos.* https://es.scribd.com/document/622228823/noaa-microplastics-methods-manual-8-28

Velarde, L. M. (2024). *Efectos potenciales de los microplásticos en la salud humana.* https://hdl.handle.net/11441/133051

AGRADECIMIENTO

Agradecer a Dios, por brindarme amigos y una familia maravillosa, por impulsarme a ser mejor en los momentos de adversidad, por acompañarme en este viaje académico lleno de grandes aventuras y aprendizajes.

A mi asesor el Dr. Alexander Huamán Mera, por su apoyo y acompañamiento desde el primer momento que le mostré mi proyecto de tesis, por sus recomendaciones, porque a pesar de su agenda muy ocupada siempre se dio un espacio para atender mis dudas y ayudarme durante este proceso de investigación.

A los encargados del laboratorio de suelos de IC Ing. Normita, Ing.Didi, Ing. Wilmer, al jefe del laboratorio de IFA Dr. Gustavo, a la encargada del laboratorio de IFA Ing.Ingrid y a la encargada del laboratorio de Biotecnología Ing. Roxana, los cuales me facilitaron en todo momento las instalaciones, equipos y materiales para la ejecución de mi proyecto.

A los miembros del jurado, por las sugerencias brindadas.

Quiero expresar mi gratitud a todos aquellos que han colaborado de diversas formas en la ejecución de este proyecto, ya sea brindando palabras de aliento, dedicando su tiempo o colaborando activamente. Su contribución ha sido fundamental para lograr este éxito.

Nexar Leyniker Cayotopa Rojas

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis amados padres Nexar Elber Cayotopa Rubio y Norma Elena Rojas López, por siempre confiar en mí, por su amor y apoyo incondicional.

A mi compadre Alfonso Jhavier Guevara Romero por ser como un hermano y un escudo en circunstancias difíciles de la Universidad.

A mi familia y amigos porque siempre me animaron a seguir adelante, por sus buenas vibras y apoyo en cada uno de mis pasos para convertirme en profesional.

Nexar Leyniker Cayotopa Rojas

ANEXOS

Anexo 1. Puntos críticos identificados

Imagen 1

Punto crítico I



Coordenadas UTM: 755066 E, 9373757 N

Imagen 2

Punto crítico II



Coordenadas UTM: 755776 E, 9373470N

Imagen 3

Punto crítico III



Coordenadas UTM: 757172 E, 9372626 N

Imagen 4

Punto crítico IV



Coordenadas UTM: 757819 E, 9371820 N

Anexo 2. ***Colecta de muestras***

Imagen 5

Trazado de parcelas y sub parcelas del punto de muestreo I



Imagen 6

Colecta de muestras del punto de muestreo I



Imagen 7

Acondicionamiento de muestras para ser llevadas a laboratorio



Imagen 8

Muestras colectadas del punto de muestreo I



Imagen 9

Trazado de parcelas y sub parcelas del punto de muestreo II



Imagen 10

Colecta de muestras del punto de muestreo II



Imagen 11

Acondicionamiento de muestras para ser llevadas a laboratorio del punto de muestreo II



Imagen 12

Muestras colectadas del punto de muestreo II



Imagen 13

Trazado de parcelas y sub parcelas del punto de muestreo III



Imagen 14

Colecta de muestras del punto de muestreo III



Imagen 15

Acondicionamiento de muestras para ser llevadas a laboratorio del punto de muestreo III



Imagen 16

Muestras colectadas del punto de muestreo III



Imagen 17

Trazado de parcelas y sub parcelas del punto de muestreo IV



Imagen 18

Colecta de muestras del punto de muestreo IV



Imagen 19

Acondicionamiento de muestras para ser llevadas a laboratorio del punto de muestreo IV



Imagen 20

Muestras colectadas del punto de muestreo IV



Anexo 3. Fase de laboratorio

Imagen 21

Tamizado de muestras



Imagen 22

Pesado de muestra tamizada



Imagen 23

Secado de muestras



Imagen 24

Preparación de solución de NaCl

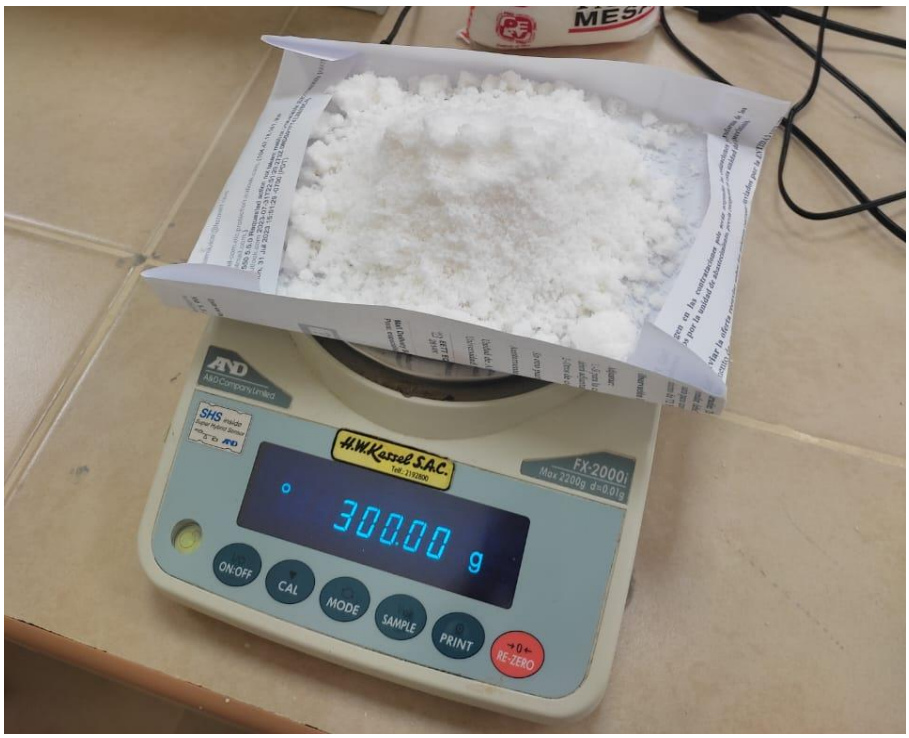


Imagen 25

Proceso sedimentación



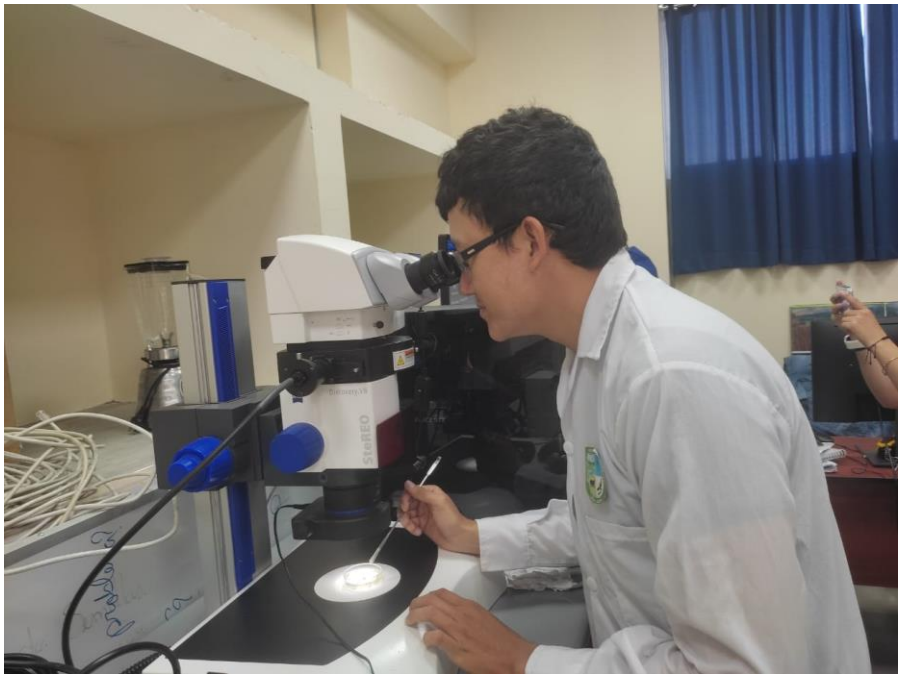
Imagen 26

Filtrado de muestras

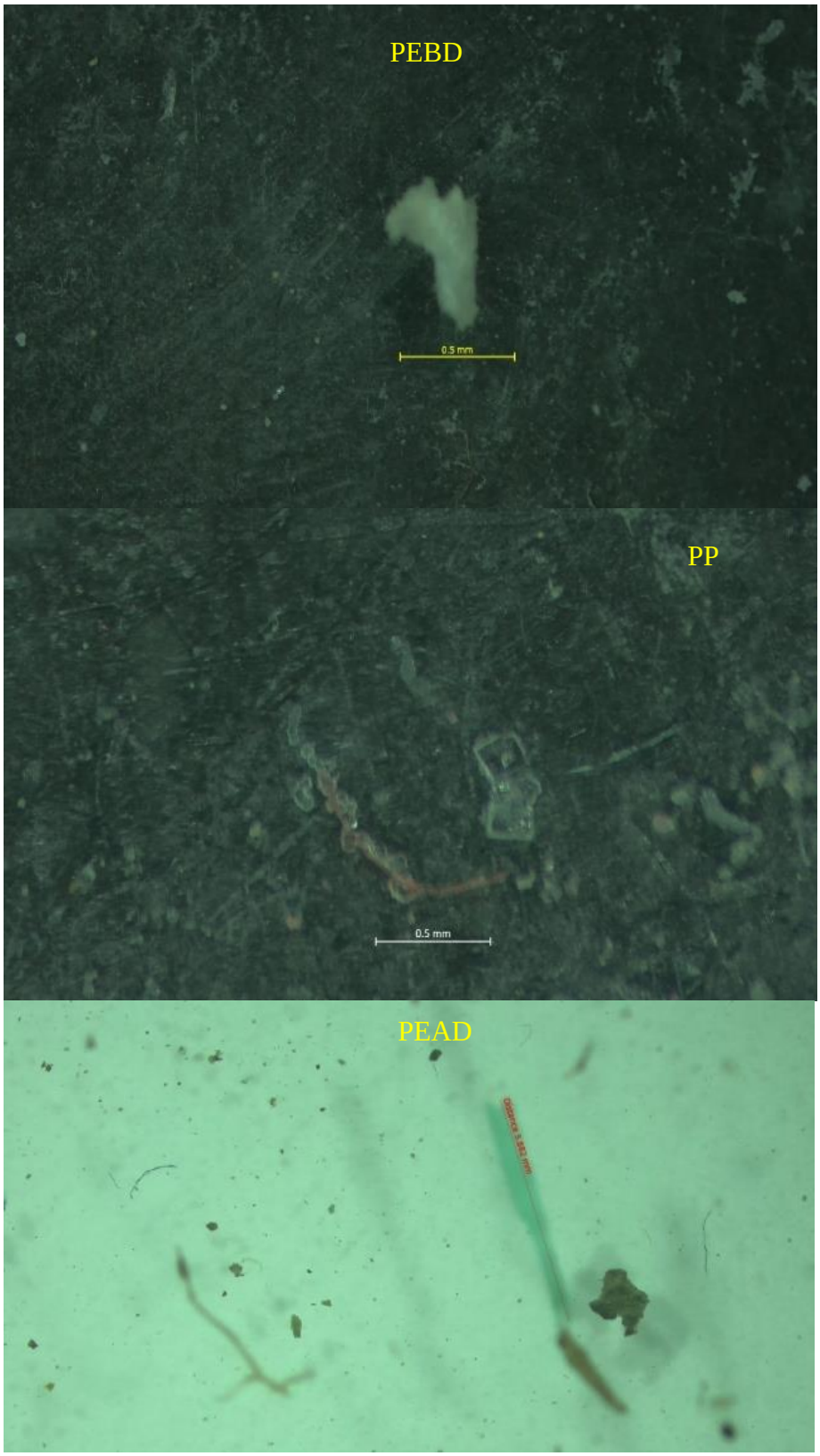


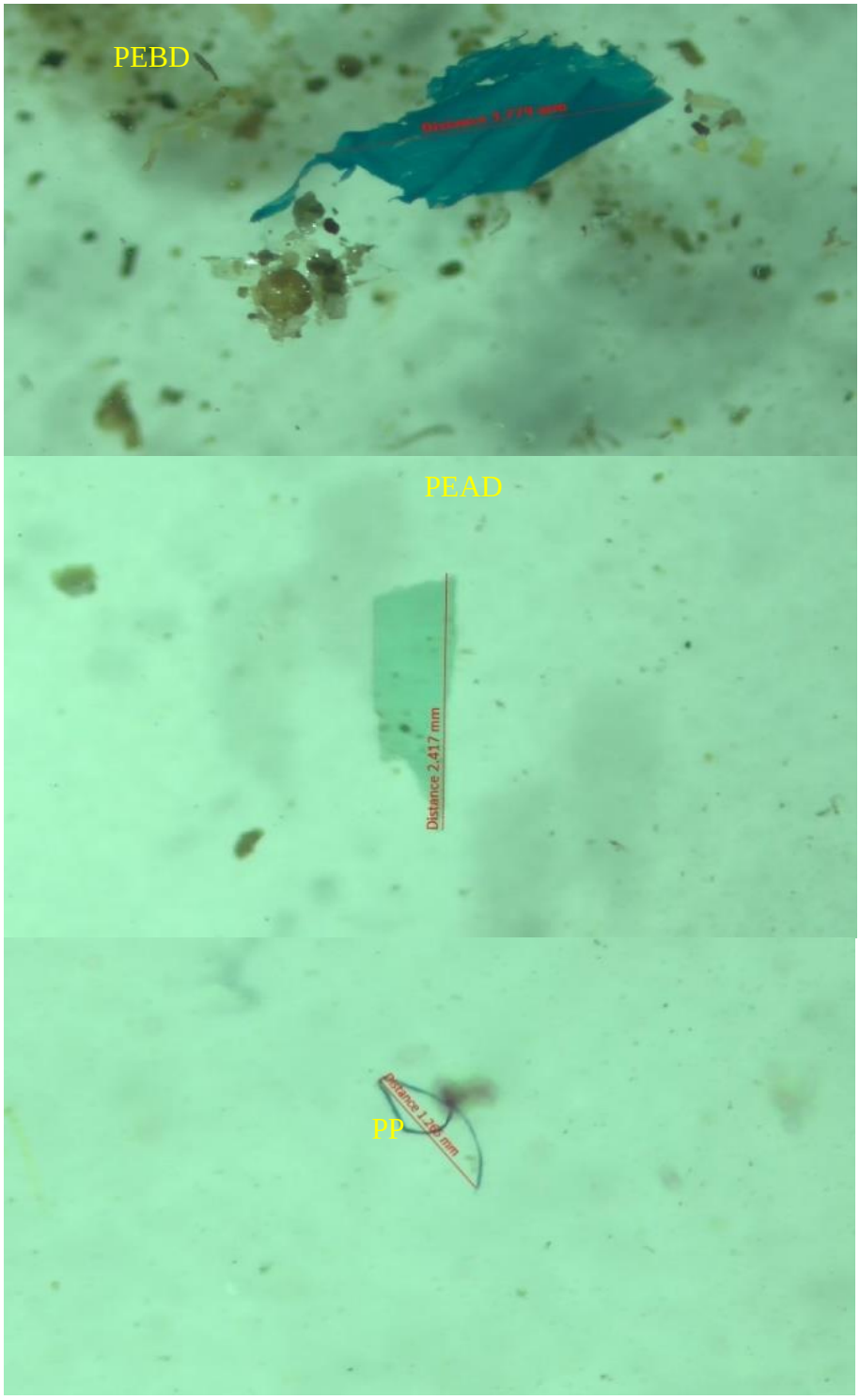
Imagen 27

Identificación de los micro plásticos

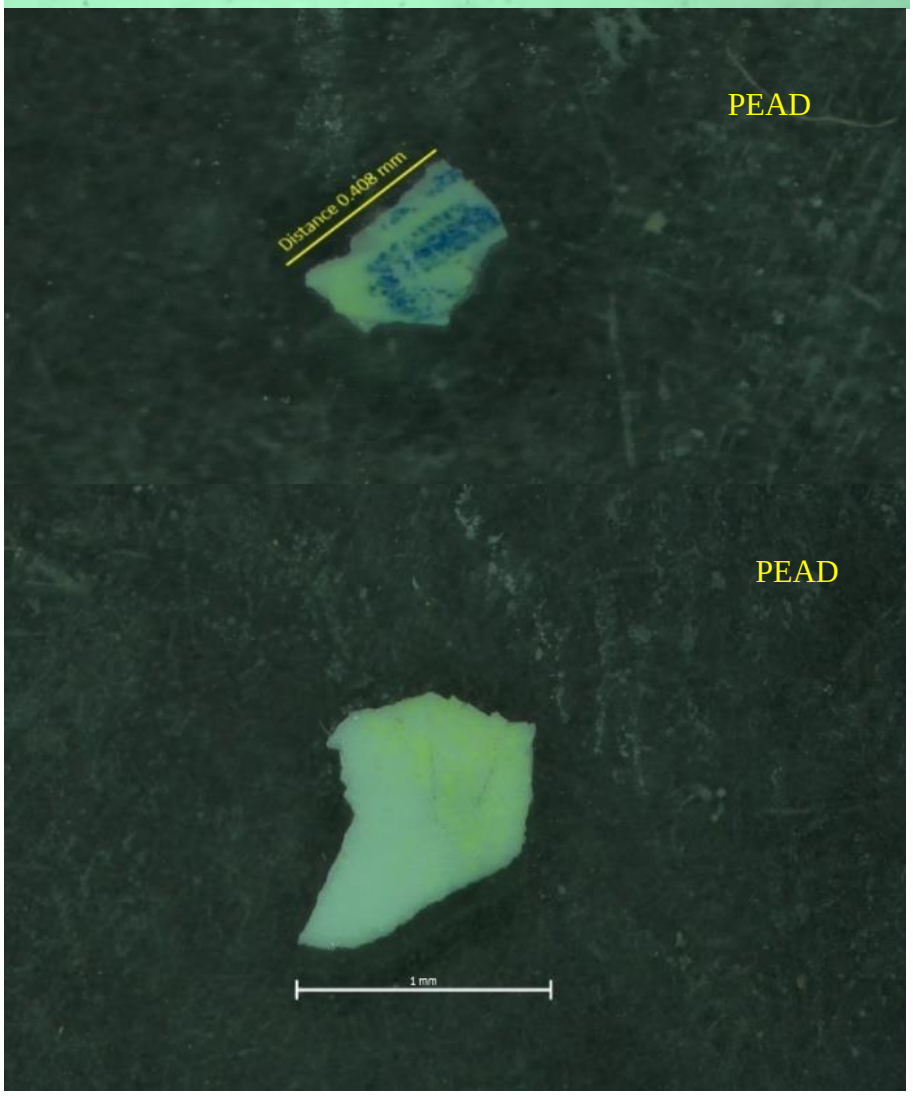


Anexo 4. Micro plásticos encontrados en el punto de muestreo I.

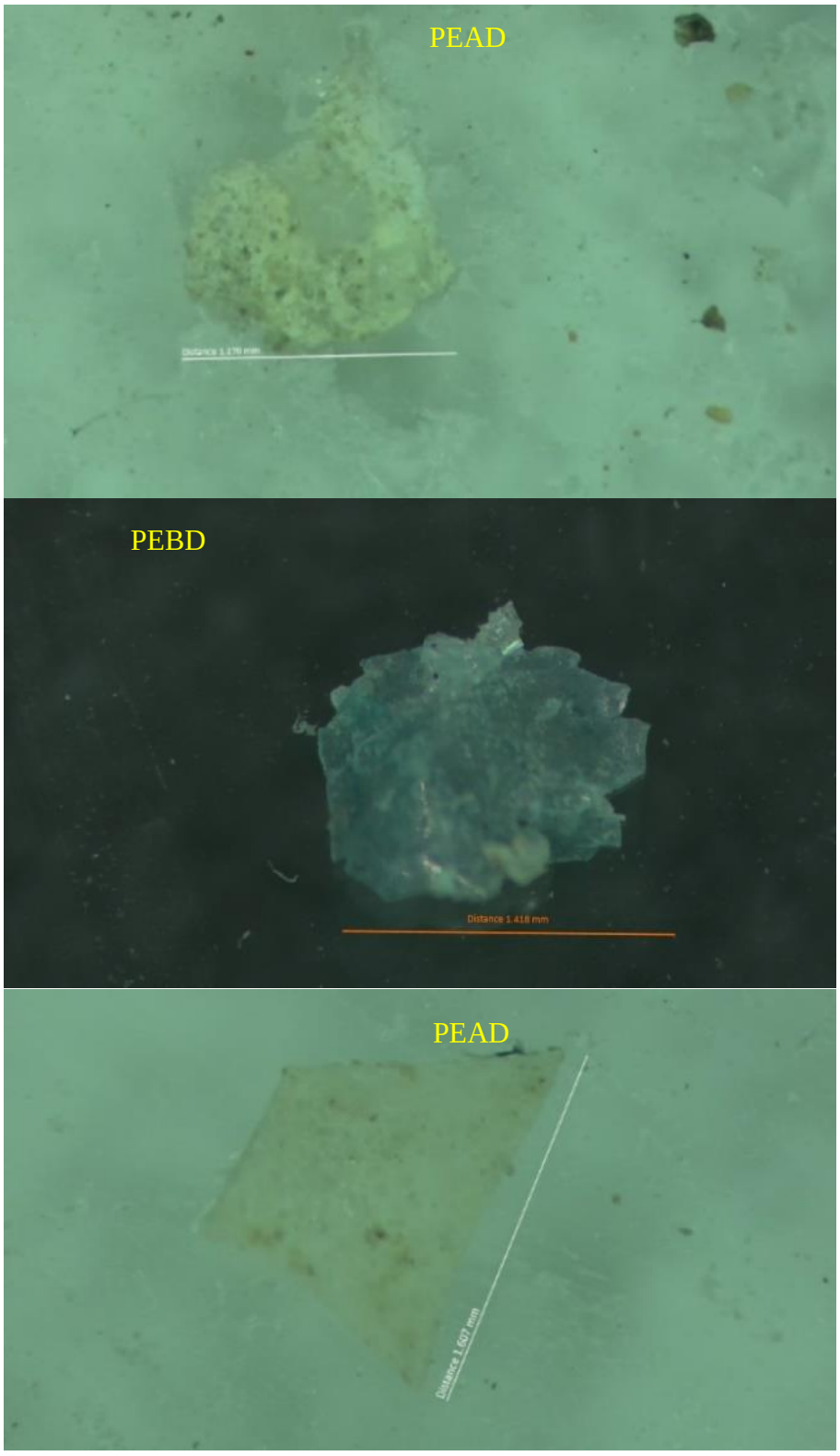


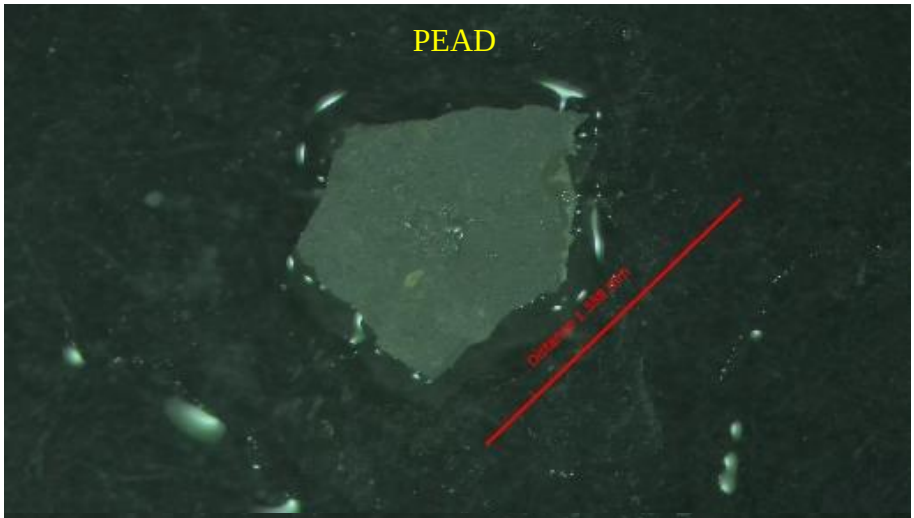

PEBD
PEAD
Distance 2,417 mm
PP


PEAD

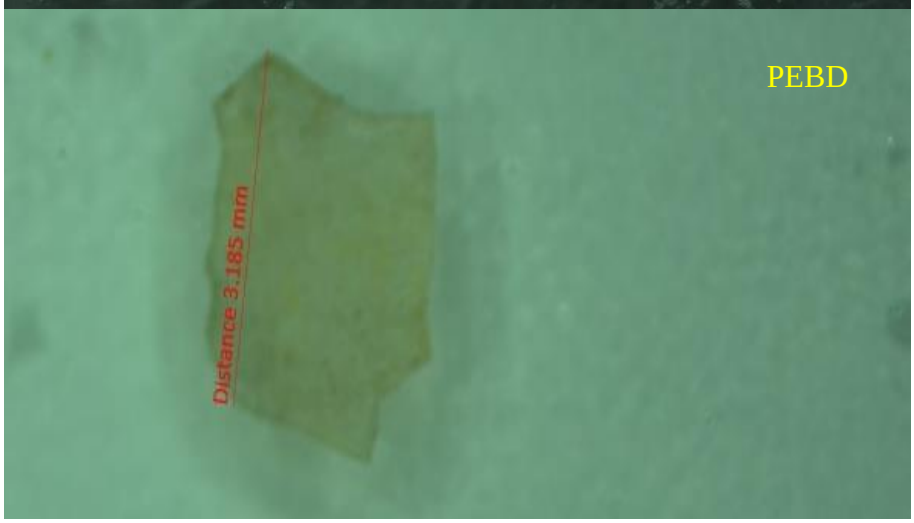

PEAD
Distance 0.408 mm
PEAD
1 mm

Anexo 5. Micro plásticos encontrados en el punto de muestreo II (Continúa en la siguiente página)

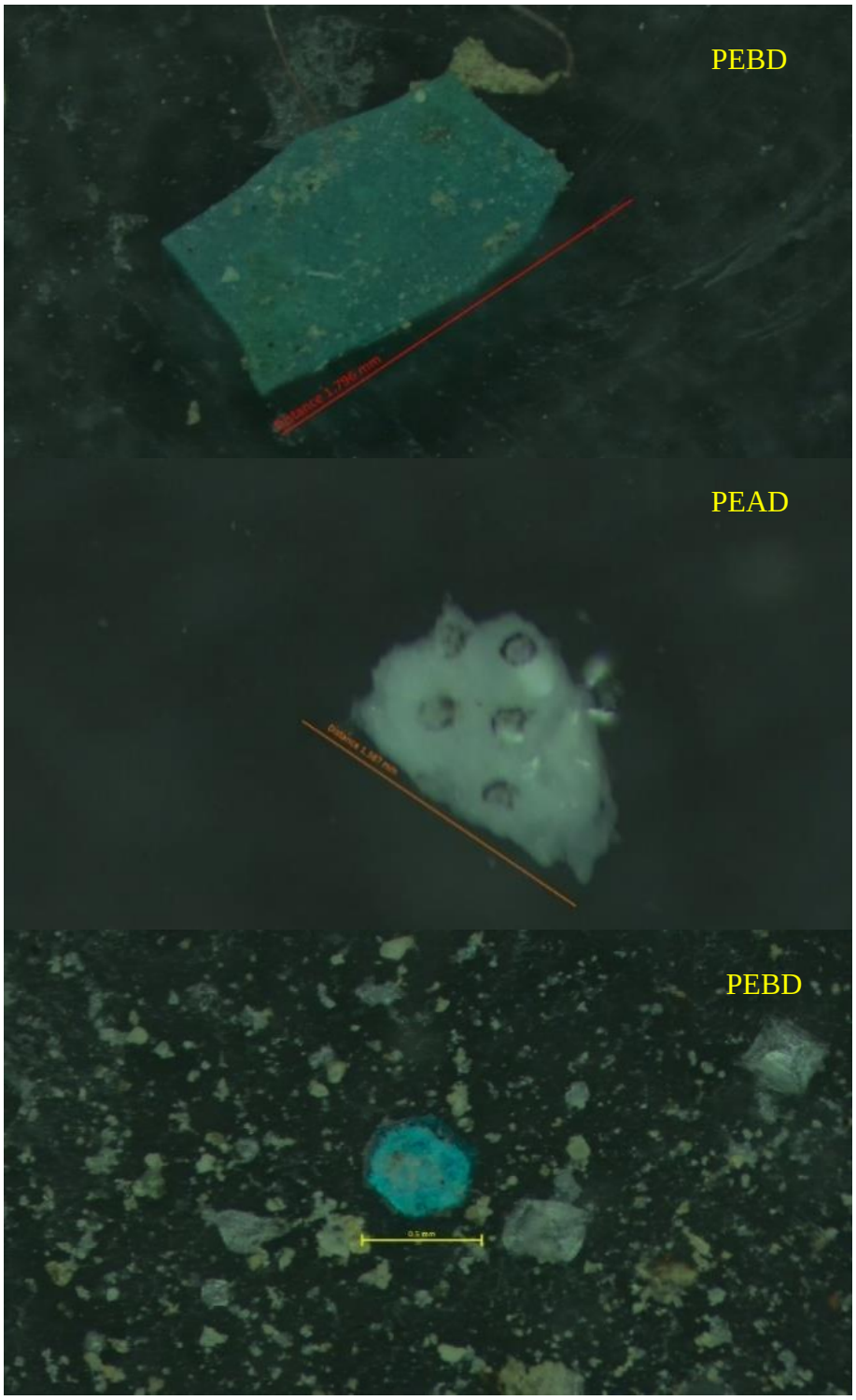


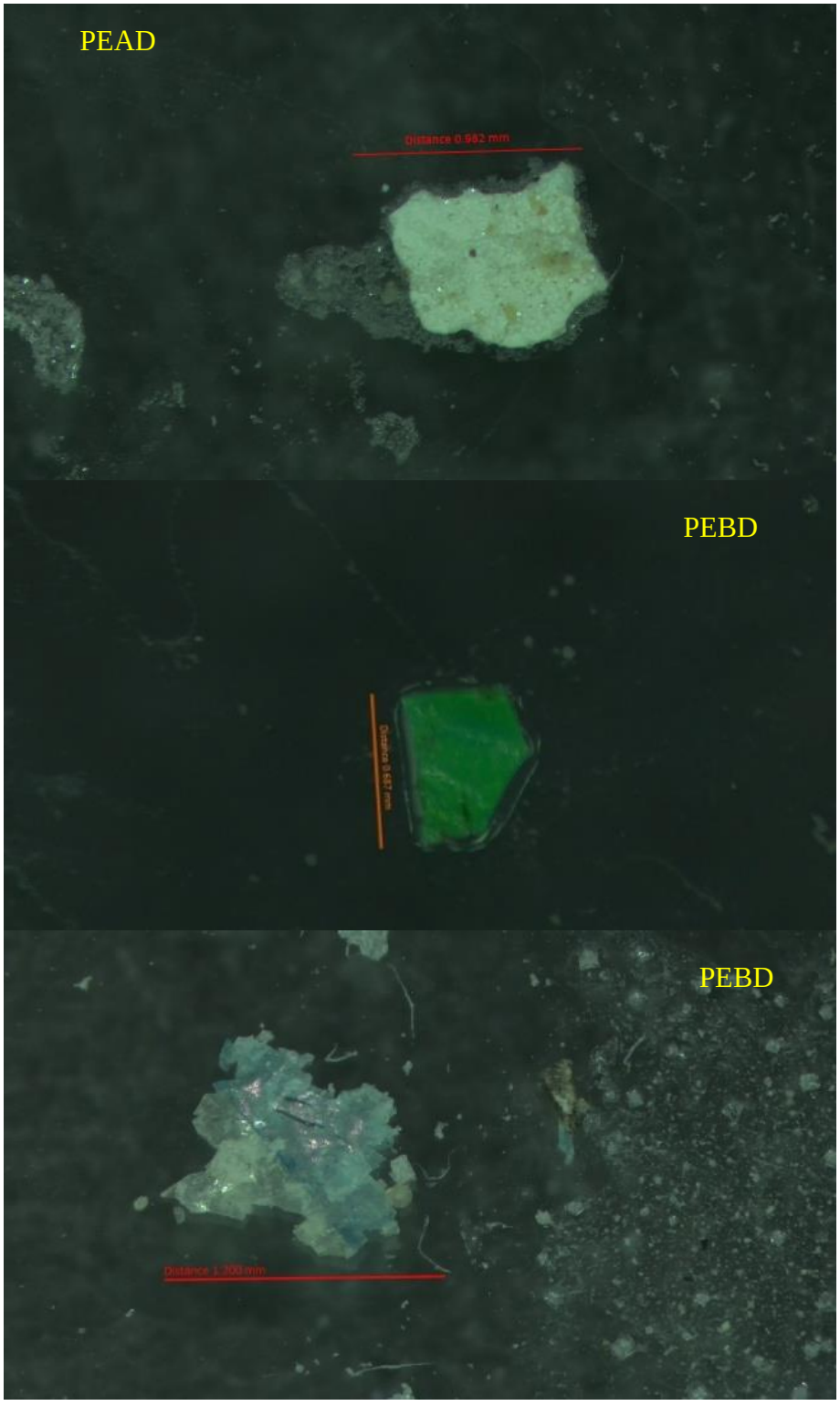

PEAD


PEAD
Distance 1.341 mm

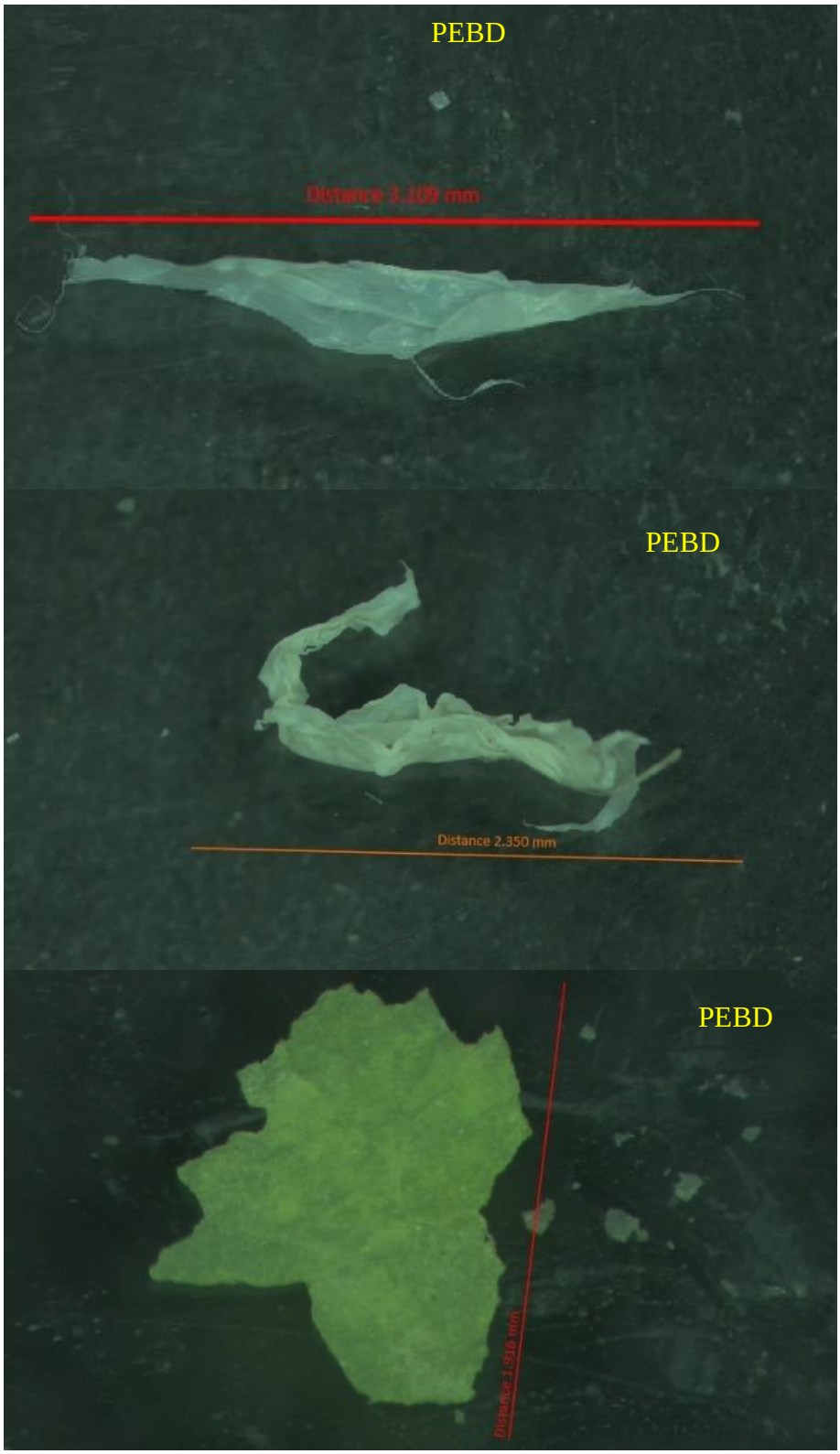

PEBD
Distance 3.185 mm

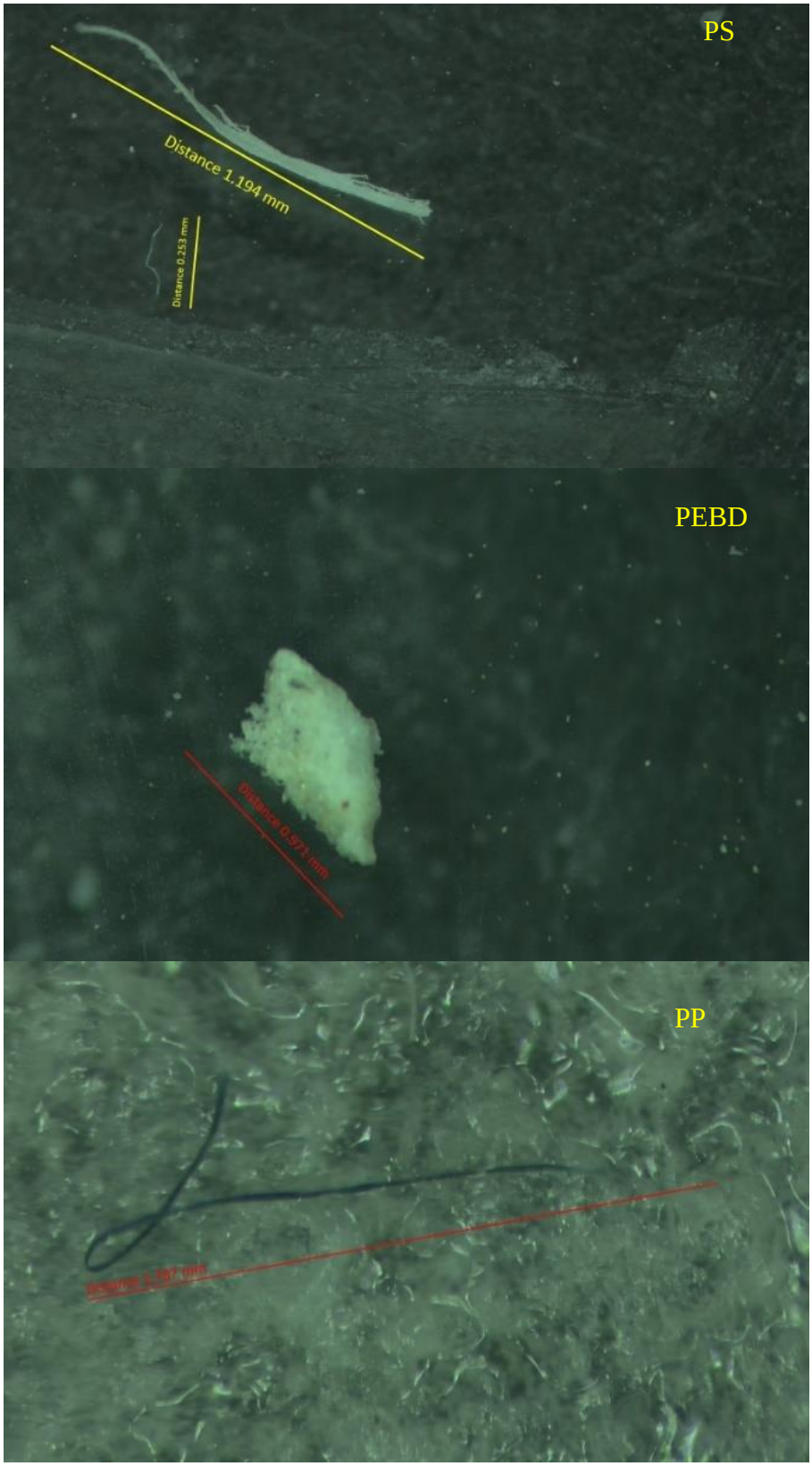
Anexo 6. Micro plásticos encontrados en el punto de muestreo II (Viene de la página anterior)

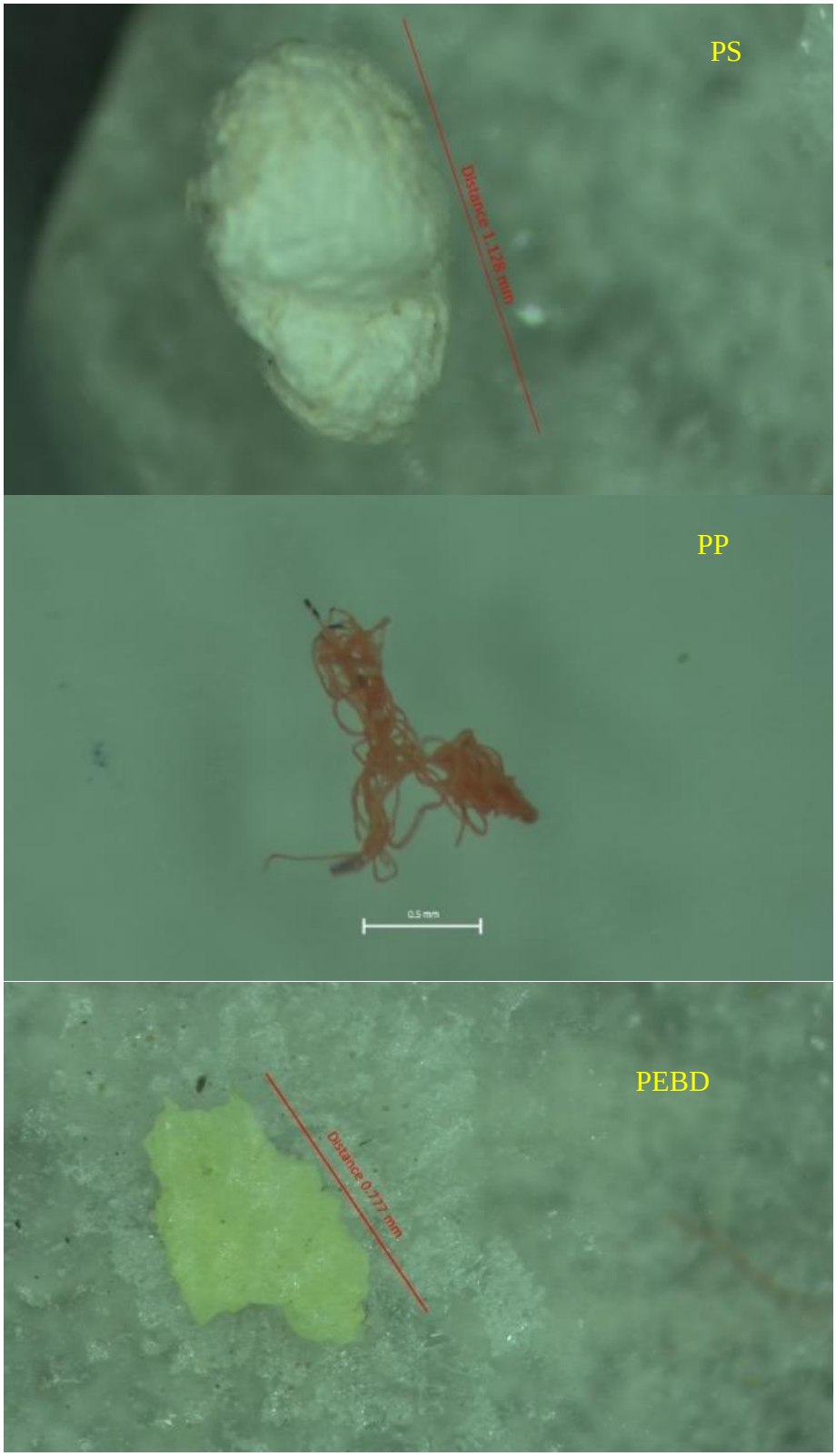



PEAD
PEBD
PEBD

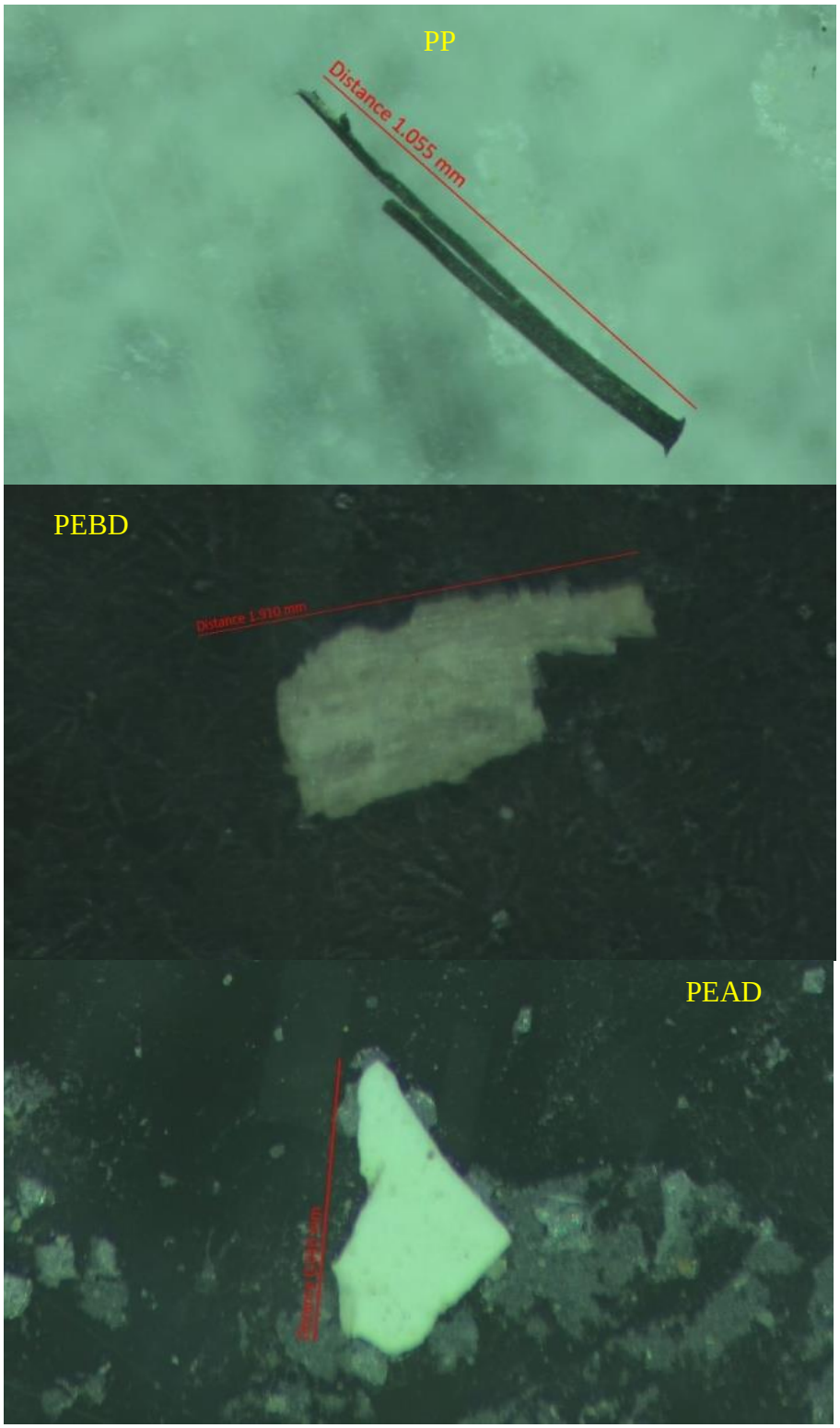
Anexo 7 Micro plásticos encontrados en el punto de muestreo III. (Continúa en la siguiente página)

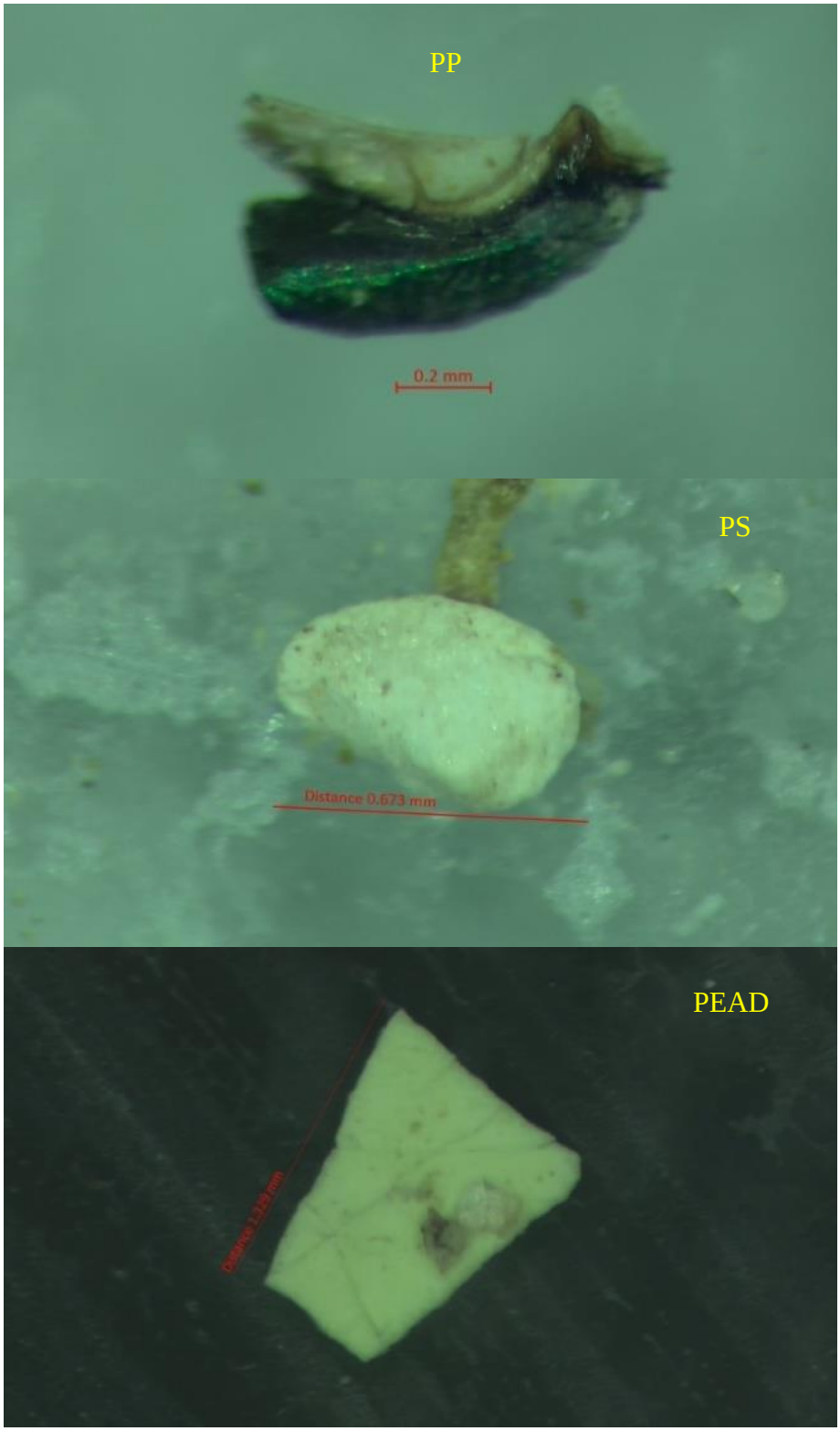



PS
Distance 1.194 mm
Distance 0.253 mm
PEBD
PP

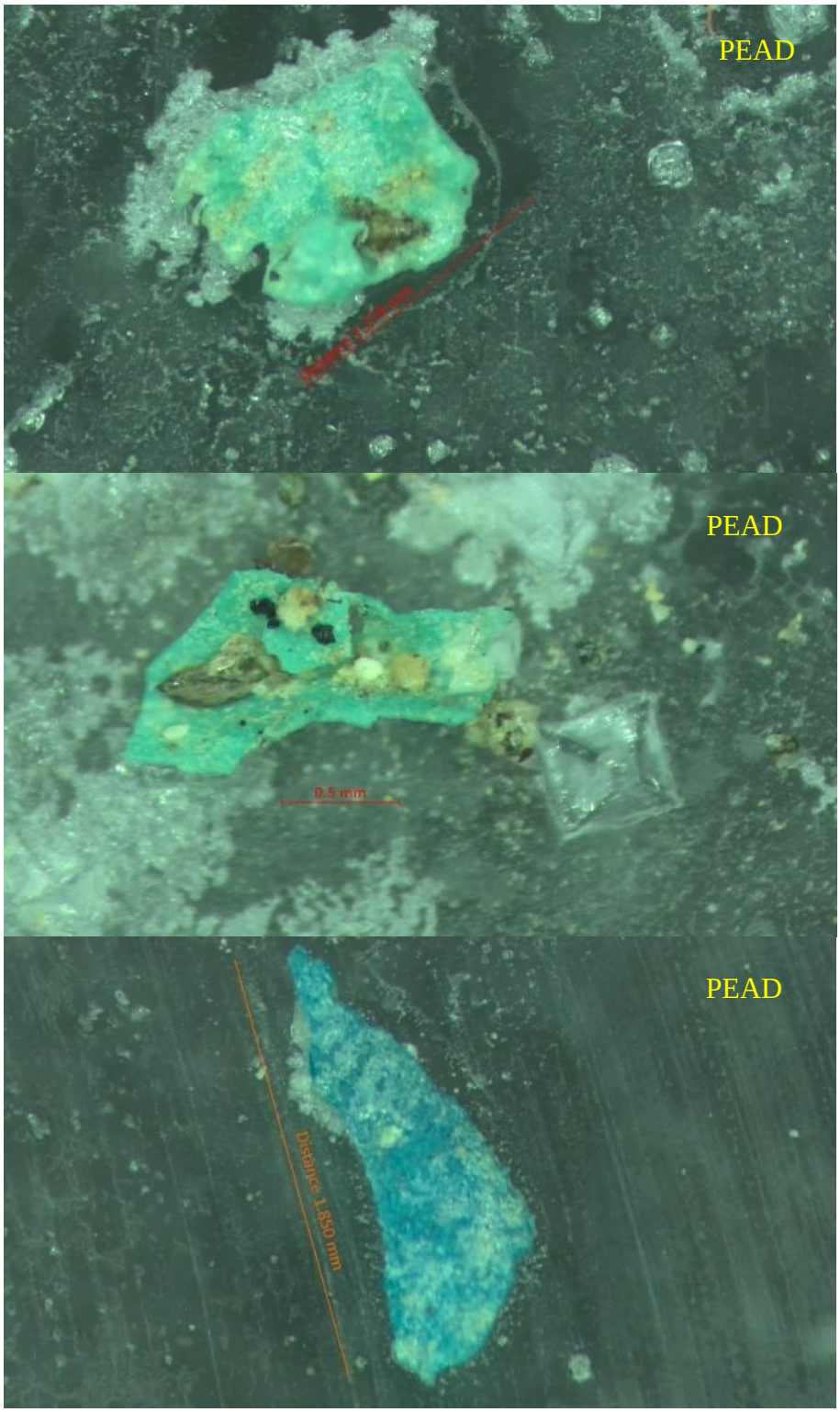

PS
Distance 1.126 mm
PP
0.5 mm
PEBD
Distance 0.777 mm

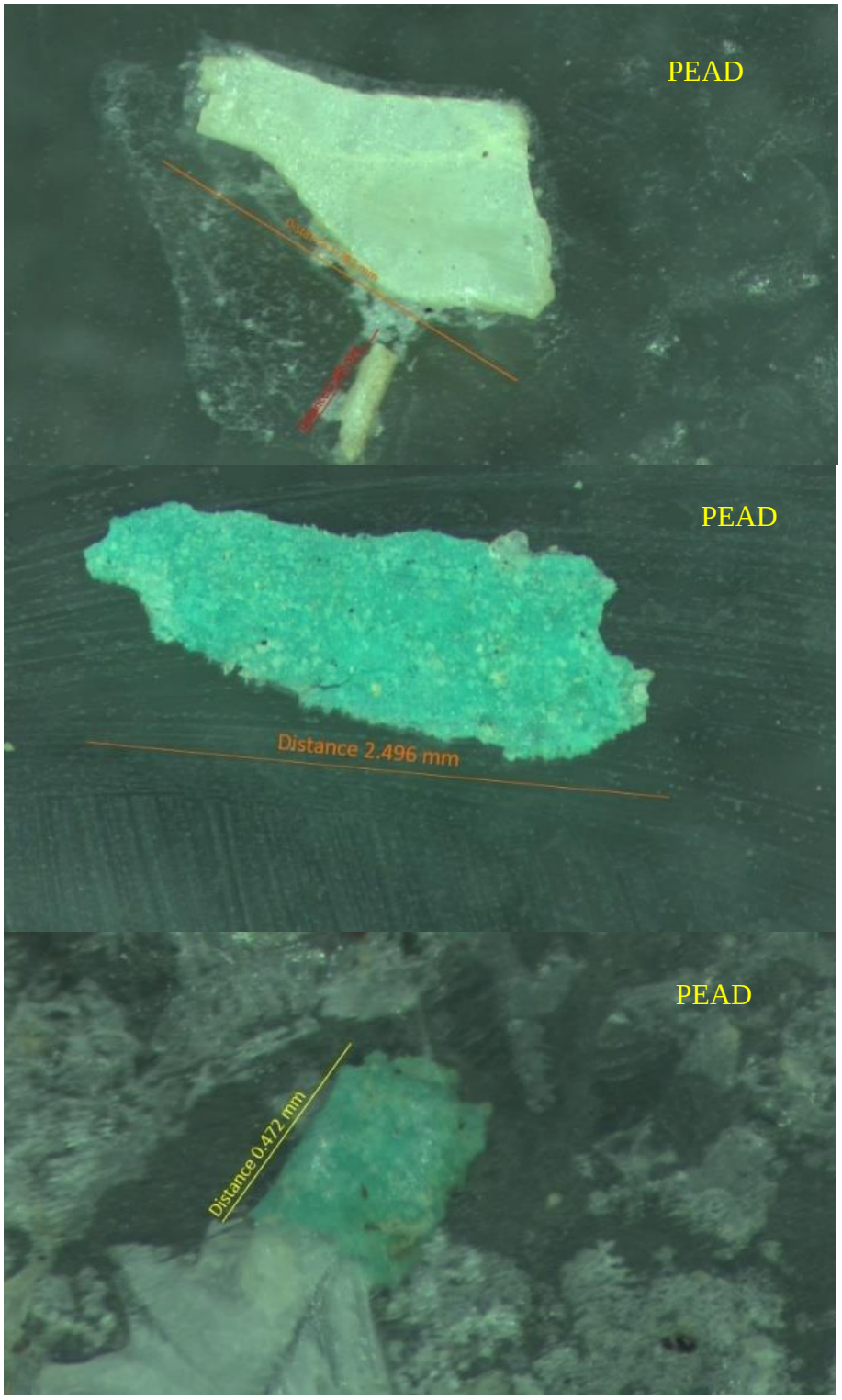
Anexo 8 Micro plásticos encontrados en el punto de muestreo III. (viene de la página anterior)



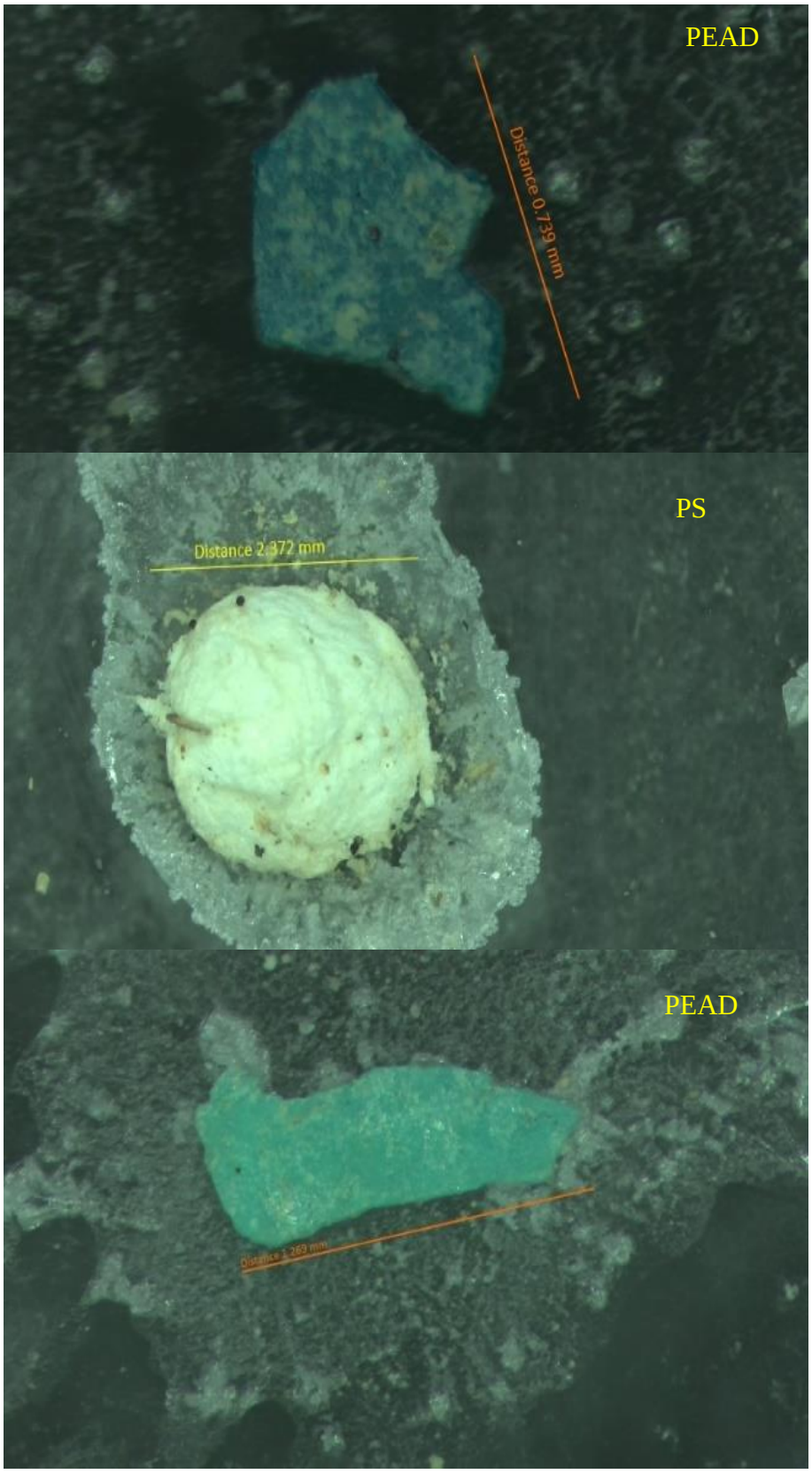

PP
0.2 mm
PS
Distance 0.673 mm
PEAD

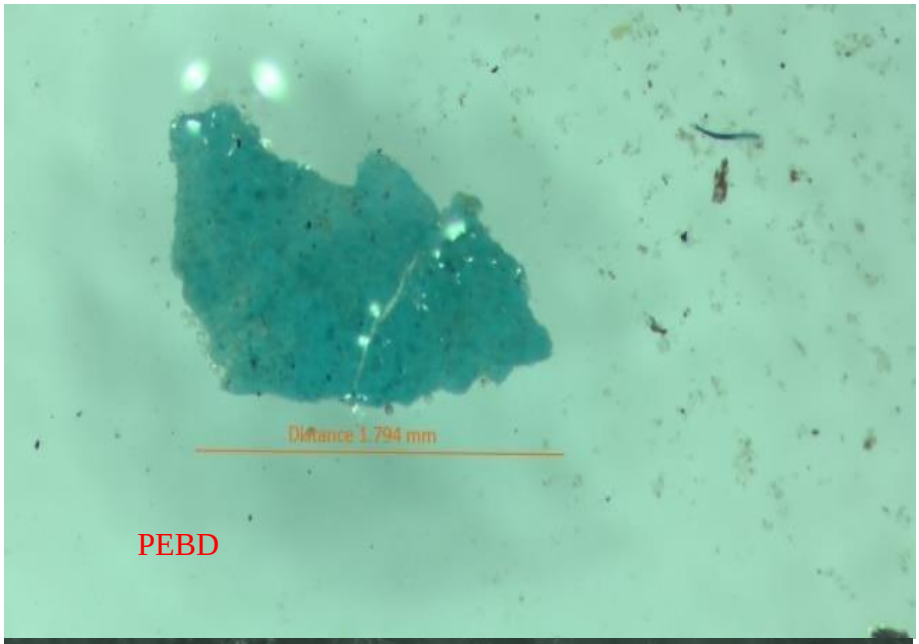
Anexo 9 Micro plásticos encontrados en el punto de muestreo IV. (Continúa en la siguiente página)



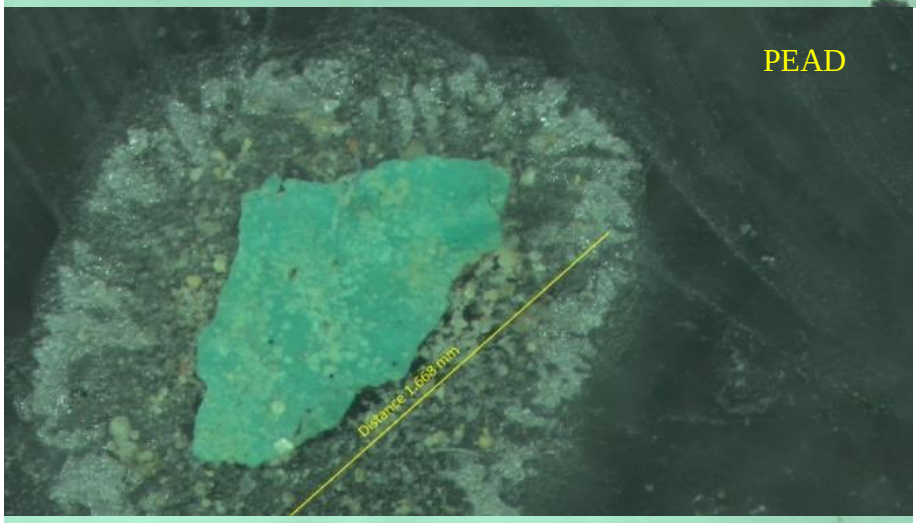

PEAD
PEAD
Distance 2.496 mm
PEAD
Distance 0.472 mm

Anexo 10 Micro plásticos encontrados en el punto de muestreo IV. (viene de la página anterior)





PEBD



PEAD



PS

LEYENDA

PEAD = POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD

PEBD = POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD

PS = POLIESTIRENO

PP = POLIPROPILENO

Anexo 11 Mapas de ubicación de puntos de muestreo

Imagen 28

Mapa de ubicación de parcela de muestreo I



Imagen 29

Mapa de ubicación de parcela de muestreo II



Imagen 30

Mapa de ubicación de parcela de muestreo III



Imagen 31

Mapa de ubicación de parcela de muestreo IV



Anexo 12 Mapas de ubicación de vivero cacaotero “El Paraíso”

