UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

"COMPARACIÓN DE MICROPLÁSTICOS COMPUESTOS (PP, PE, PET, HDPE Y LDPE) EN SEDIMENTOS DE ZONA ALTA Y BAJA DEL RÍO OSMORE, MOQUEGUA – PERÚ".

TESIS

PRESENTADO POR:

Bach. Jackeline Dannichel Incahuanaco Naveros
Bach. Wilfredo Atencio Coila

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO AMBIENTAL

ILO – PERÚ

2024

UNAM
UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA UNAM FEDATARIO

Folio Nº 049

ACTA DE SUSTENTACIÓN

I. Modalidad:

Tesis : [X]
Trabajo de Suficiencia Profesional : [ ]
Otro: ..... : [ ]

II. Documento de aprobación para la sustentación:

RESOLUCION DE FACULTAD Nº 119-2024 - FACIA - UNAM

Fecha: 28 de Junio de 2024

III. El jurado ha dictaminado la (el) TESIS, TITULADO:

COMPARACIÓN DE MICROPLÁSTICOS COMPUESTOS (PP, PE, PET, HDPE Y LDPE) EN SEDIMENTOS DE ZONA ALTA Y BAJA DEL RIO OSMORE, MOQUEGUA - PERÚ

Bachiller: JACKELINE DANNICHEL INCAHUANACO NAVEROS y WILFREDO ATENCIO COILA

Asesor Principal: DR. MILKO RAUL RIVERA CAMPANO

Co-Asesor: .....

IV. Se dictamina:

Como: APROBADO por UNANIMIDAD la sustentación de manera:

Presencial [X] Virtual [ ]

Con nota: QUINCE (15) por lo que; Sí [X] No [ ]

Opta el Título Profesional de INGENIERO AMBIENTAL.

Siendo las 12:34 horas, del 28 de JUNIO del año 2024 se procede con la firma en conformidad de lo dictaminado por el Jurado.

Dr. Hebert Hernán Soto Gonzales
Presidente

Mg. Paulio Rios Espona
Primer Miembro

Mg. Nilton Baltran Rojas Bricaño
Segundo Miembro

Jackeline Incahuanaco Naveros
Wilfredo Atencio Coila.
Bachiller

DEDICATORIA

Para nuestros padres por ser el pilar fundamental y ser quienes forjaron a las personas que somos en la actualidad. Nuestros logros se deben a ustedes, nos formaron con amor y responsabilidad, nos motivaron constantemente para alcanzar nuestras metas y sueños, fueron un apoyo incondicional en todo momento.

Para Diana Isabel, a quien le queremos enseñar los sueños se logran hacer realidad, con esfuerzo y dedicación.

AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional de Moquegua, a la plana de docentes que hicieron posible una educación de calidad
- A la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, a todos los docentes que fueron los actores principales en mi desarrollo académico.
- Al Dr. Milko Rivera Campano, por su guía, apoyo incondicional y todos los conocimientos que compartió durante la elaboración de nuestro proyecto de tesis.
- Al Ing. Leonel Pacosonco Succapuca, Ing. María Eliana Santacruz Huillca e Ing. Erika Ramos Arocutipa encargados de los laboratorios de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional de Moquegua, quien con sus vastos conocimientos y afabilidad provocó un desarrollo fluido de las actividades en laboratorio.
- A nuestros familiares, colegas y amigos por su apoyo incondicional, además, de compartir conocimientos y puntos de vista que ayudaron la conclusión de la presente tesis.

RESUMEN

Debido al crecimiento poblacional y el incremento en el sector industrial, así como la generación de material plástico a lo largo del tiempo, ha generado la presencia de microplásticos que son transportados a través del río y adhiriéndose a los sedimentos. Esta investigación busca comparar la presencia microplásticos compuestos (PP, PE, PET, HDPE, LDPE) en la zona alta y baja del Río Osmore; se han identificado 49 microplásticos de los cuales mediante el espectro FTIR-ATR se determinó que se agrupan en 02 polímeros, tanto en la zona baja y alta del río, estos fueron el Polietileno y Poliéster, aunque el Poliéster no estuvo considerada en el estudio es el que mayor representatividad tiene con 67%, mientras que Polietileno solo represento el 33%, la forma de los microplásticos fue fragmento (70%), fibra (23%) y película (7%), solo en la zona alta la forma fragmento representa el 67% sobre 27 microplásticos identificados, mientras que en la zona baja la forma fragmento representa el 59% de 22 microplásticos identificados. La distribución porcentual del color de los microplásticos es el color rojo (32.7%), fucsia (18.4%), azul (14.3%), naranja (14.3%), transparente (12.2%), amarillo (6.1%) y marrón (2%), siendo que ambas zonas los colores predominantes fueron el rojo, fucsia y azul. Con el software CellSens, se realizó la documentación fotográfica y la medición de tamaño de cada microplástico identificado siendo que el rango oscila entre 0.04 mm a 2.5 mm, así mismo el tamaño promedio es de 0.5 mm en la zona alta y 0.38 mm en la zona baja del Río Osmore. En cuanto al peso y concentración de microplásticos el punto ROsmore-1(zona alta), ROsmore-03 (zona alta) y ROsmore-10 (zona baja) tienen 1.2 mg, 1.1 mg y 1.0 mg para peso y 0.80 mg/kg, 0.73 mg/kg y 0.67 mg/lg, respectivamente; la relación entre concentración de microplásticos y su ubicación geográfica se determinó a través del Coeficiente de Correlación de Pearson, la cual indicó que en la zona alta la distancia a una carretera no afecta la concentración de microplásticos, sin embargo, la proximidad a un sector poblado y un sector agrícola, influye; en la zona baja la distancia a un sector agrícola no influye debido a que es escasa, sin embargo, la proximidad a un sector poblado y a la carretera, influyen, esto debido a las actividad antropogénicas realizadas en la zona. A través de la prueba de Cochran se determinó que las concentraciones de microplásticos en la zona alta y baja tienen similitud.

Palabras claves: Microplásticos, sedimentos, río, espectro FTIR, ubicación geográfica.

ABSTRACT

Due to population growth and the increase in the industrial sector, as well as the generation of plastic material over time, has generated the presence of microplastics that are transported through the river and adhering to the sediments. This research seeks to compare the presence of composite microplastics (PP, PE, PET, HDPE, LDPE) in the upper and lower reaches of the Osmore River; 49 microplastics have been identified, of which by means of the FTIR-ATR spectrum it was determined that they are grouped in 02 polymers, both in the lower and upper zone of the river, these were Polyethylene and Polyester, although Polyester was not considered in the study, it is the one with the highest representation with 67%, The form of the microplastics was fragment (70%), fiber (23%) and film (7%). Only in the upper zone did the fragment form represent 67% of the 27 microplastics identified, while in the lower zone the fragment form represented 59% of the 22 microplastics identified. The percentage distribution of the color of the microplastics is red (32.7%), fuchsia (18.4%), blue (14.3%), orange (14.3%), transparent (12.2%), yellow (6.1%) and brown (2%), the predominant colors in both zones were red, fuchsia and blue. With the CellSens software, the photographic documentation and measurement of the size of each microplastic identified was carried out. The range ranged from 0.04 mm to 2.5 mm, and the average size was 0.5 mm in the upper zone and 0.38 mm in the lower zone of the Osmore River. Regarding the weight and concentration of microplastics the ROsmore-1(high zone), ROsmore-03 (high zone) and ROsmore-10 (low zone) point have 1.2 mg, 1.1 mg and 1.0 mg for weight and 0.80 mg/kg, 0.73 mg/kg and 0. 67 mg/lg, respectively; the relationship between microplastic concentration and geographic location was determined through Pearson's Correlation Coefficient, which indicated that in the high zone the distance to a road does not affect the concentration of microplastics, however, the proximity to a populated sector and an agricultural sector, influences; In the low zone, the distance to an agricultural sector has no influence because it is scarce; however, the proximity to a populated sector and to the road have an influence, due to the anthropogenic activities carried out in the zone. Through Cochran's test it was determined that the concentrations of microplastics in the high and low zones are similar.

Key words: Microplastics, sediments, river, FTIR spectrum, geographic location..

ÍNDICE GENERAL

Introducción.....1

I. Planteamiento del problema.....2

1.1. Descripción y formulación del problema 2

1.2. Objetivos 3

1.2.1. Objetivo general 3

1.2.2. Objetivos específicos.....3

1.3. Justificación e importancia.....4

1.4. Hipótesis 5

1.4.1. Hipótesis general.....5

1.4.2. Hipótesis especificas.....5

1.5. Variables.....6

1.5.1. Variable dependiente 6

1.5.2. Variable independiente.....6

II. Marco teórico.....8

2.1. Antecedentes 8

2.1.1. A nivel internacional.....8

2.1.2. A nivel nacional.....9

2.2. Bases teóricas 11

2.2.1. Industria del plástico en el Perú.....11

2.2.2. Plástico.....15

2.2.3. Tipos de plástico *15*

2.2.4. Polímeros *21*

2.2.5. Ciclo del agua *22*

2.2.6. Ciclo sedimentológico *22*

2.2.8. Tipos de microplásticos *24*

2.2.9. Transporte de microplásticos *25*

2.2.10. Legislación *26*

2.3. Definición de términos **27**

III. Metodología 28

3.1. Tipo y nivel de investigación **28**

3.1.1. Tipo de investigación *28*

3.1.2. Nivel de investigación *29*

3.2. Ámbito temporal y espacial **29**

3.2.1. Ámbito temporal *29*

3.2.2. Ámbito Espacial *29*

3.3. Población y muestra **31**

3.3.1. Población *31*

3.3.2. Muestra *32*

3.4. Instrumentos **33**

3.4.1. Para recolección de muestras de Microplásticos en Sedimentos *33*

3.4.2. Para análisis físico de sedimentos *34*

3.4.3. Para análisis químico de sedimentos.....35

3.5. Procedimientos 36

3.5.1. Para la recolección de muestras de Microplásticos en Sedimentos: 36

3.5.2. Para análisis físico de sedimentos.....39

3.5.3. Para análisis e identificación química de sedimentos.....43

3.5.4. Para determinar concentración de microplásticos 47

3.5.5. Para analizar la relación entre concentración y su ubicación geográfica de microplásticos.....47

3.6. Análisis de datos 48

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....49

4.1. Resultados 49

4.1.1. Composición de microplásticos.....49

4.1.2. Relación entre concentración y ubicación geográfica de microplásticos en el Río Osmore 60

4.2. Discusión 68

4.2.1. Caracterización de microplásticos en sedimentos.....68

4.2.2. Concentración de microplásticos.....72

4.2.3. Relación entre concentración y ubicación geográfica de microplásticos.....73

V. Conclusiones 76

VI. Recomendaciones 77

VII. Referencias.....78

VIII. Anexos 87

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables.....6

Tabla 2 Desarrollo Cronológico del Plástico.....13

Tabla 3 Tipos de Plástico.....16

Tabla 4 Tipo de microplástico 24

Tabla 5 Ubicación de los puntos de monitoreo en el Río Osmore, provincia Ilo, región Moquegua 30

Tabla 6 Distancia de puntos de muestreo 32

Tabla 7 Flotabilidad de polímeros.....33

Tabla 8 Rango de análisis para detectar tipo de microplásticos 47

Tabla 9 Ubicación de microplásticos encontrados de las muestras recolectas.....49

Tabla 10 Tamaño promedio de microplásticos.....54

Tabla 11 Polímero identificado en las muestras de sedimentos 57

Tabla 12 Concentración de Microplásticos 59

Tabla 13 Distancia desde el punto de muestreo con respecto a su ubicación geográfica correspondiente a la “Zona Alta”. 60

Tabla 14 Distancia desde el punto de muestreo con respecto a su ubicación geográfica correspondiente a la “Zona Baja”.....62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Importaciones de la industria de plástico (2021-2022) **.....12**

Figura 2 Principales productos importados de la industria de plástico (2021-2022). **.....12**

Figura 3 Demanda de productos plásticos por sector **.....15**

Figura 4 Estructura Química del Polietileno Tereftalato**.....17**

Figura 5 Estructura Química del Polietileno**.....18**

Figura 6 Estructura Química del Polietileno de Baja Densidad**.....19**

Figura 7 Estructura Química del Polipropileno **.....20**

Figura 8 Representación sistemática del ciclo sedimentológico**.....23**

Figura 9 Ruta de transporte de Microplásticos al medio marino-costero **.....26**

Figura 10 Ubicación de puntos de monitoreo **.....31**

Figura 11 Muestras de los puntos de la PARTE ALTA (ROsmore - 01 a ROsmore - 05) **.....36**

Figura 12 Muestras de los puntos de la PARTE BAJA (ROsmore - 06 a ROsmore - 10)**.....37**

Figura 13 Muestra etiquetada**.....38**

Figura 14 Muestras enviadas a laboratorio **.....39**

Figura 15 Tratamiento de muestras realizado en Laboratorio de Aguas de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Moquegua. **.....40**

Figura 16 Proceso de filtrado y secado de muestras realizado en Laboratorio de Aguas de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Moquegua **.....41**

Figura 17 Observando posibles microplásticos en el microscopio óptico Olympus Modelo BX43 del Laboratorio de Agua de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional de Moquegua. **.....42**

Figura 18 Modelo de grillado para orientación en el filtro **.....43**

Figura 19 Muestras de sedimentos de Río Osmore realizado por Laboratorio Sistema de Servicios y Análisis Químicos S.A.C (SLAB) **.....44**

Figura 20 Proceso de secado realizado por Laboratorio Sistema de Servicios y Análisis Químicos S.A.C (SLAB) **.....45**

Figura 21 Muestras secas realizadas por Laboratorio Sistema de Servicios y Análisis Químicos S.A.C (SLAB) **.....45**

Figura 22 Proceso de tamizado realizado por Laboratorio Sistema de Servicios y Análisis Químicos S.A.C (SLAB) **.....46**

Figura 23 Proceso de Digestión Química realizado por Laboratorio Sistema de Servicios y Análisis Químicos S.A.C (SLAB)**.....46**

Figura 24 Forma de micropalstico **.....51**

Figura 25 Microplásticos encontrados según su forma en microscopio óptico Olympus Modelo BX43 (aumento de 10x y 20x)**.....52**

Figura 26 Distribución de microplásticos según su color**. 53**

Figura 27 Porcentaje de microplásticos según su tamaño**.....53**

Figura 28 Peso de microplásticos (primer grupo muestreado, realizado por SLAB Laboratorio de Ensayo e Investigación)**.....55**

Figura 29 Peso de microplásticos (segundo grupo muestreador, realizado en las instalaciones de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional de Moquegua) **.....56**

Figura 30 Porcentaje de polímeros identificados **.....58**

Figura 31 Comparación de microplásticos identificados según zona **.....58**

Figura 32 Diagrama de dispersión de la concentración de microplásticos y distancia a la carretera según valores de la Zona Alta del río Osmore.....**61**

Figura 33 Diagrama de dispersión de la concentración de microplásticos y distancia al sector poblado según valores de la Zona Alta del río Osmore. **61**

Figura 34 Diagrama de dispersión de la concentración de microplásticos y distancia al sector agrícola según valores de la Zona Alta del Río Osmore.....**62**

Figura 35 Diagrama de dispersión de la concentración de microplásticos y distancia a la carretera según valores de la Zona Baja del Río Osmore.....**63**

Figura 36 Diagrama de dispersión de la concentración de microplásticos y distancia al sector poblado según valores de la Zona Baja del Río Osmore **64**

Figura 37 Diagrama de dispersión de la concentración de microplásticos y distancia al sector agrícola según valores de la Zona Baja del Río Osmore **64**

Figura 38 Programación en Rstudio de concentraciones de microplástico en la zona baja y alta del Río Osmore **65**

Figura 39 Resultado de Test de Cochran en Rstudio. **66**

Figura 40 Nivel de significancia $\alpha = 0.05$.....**67**

Figura 41 Área muestreada en el Río Osmore ZONA ALTA – los datos de las coordenadas geográficas se muestran en la Tabla 5. .....**103**

Figura 42 Área muestreada en el Río Osmore ZONA BAJA – los datos de las coordenadas geográficas se muestran en la Tabla 5. .....**104**

Figura 43 Residuos plásticos encontrados en el Río Osmore – (revisar fichas de campo).....**105**

Figura 44 Espectro de Microscopia FTIR - ATR, muestra ROsmore-02.....**107**

Figura 45 Espectro de Microscopia FTIR-ATR, muestra ROsmore-05.....**107**

Figura 46 Espectro de Microscopia FTIR-ATR, muestra ROsmore-06.....**108**

Figura 47 Espectro de Microscopia FTIR-ATR, muestra ROsmore-10**.....108**

Figura 48 Espectro de Microscopia FTIR-ATR, muestra 1/7 de ROsmore-01**...109**

Figura 49 Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 2/7 de ROsmore-01 **..109**

Figura 50 Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 3/7 de ROsmore-01 **..110**

Figura 51 Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 4/7 de ROsmore-0**1 ..110**

Figura 52 Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 5/7 de ROsmore-01 **..111**

Figura 53 Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 6/7 de ROsmore-01 **..111**

Figura 54 Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 7/7 de ROsmore-01 **..112**

Figura 55 Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 1/5 de ROsmore-02 **..112**

Figura 56 Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 2/5 de ROsmore-02 **..113**

Figura 57 Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 3/5 de ROsmore-02 **..113**

Figura 58 Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 4/5 de ROsmore-02 **..114**

Figura 59 Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 5/5 de ROsmore-02 **..114**

Figura 60 Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 1/8 de ROsmore-03 **..115**

Figura 61 Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 2/8 de ROsmore-03 **..115**

Figura 62 Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 3/8 de ROsmore-03 **..116**

Figura 63 Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 4/8 de ROsmore-03 **..116**

Figura 64 Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 5/8 de ROsmore-03 **..117**

Figura 65 Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 6/8 de ROsmore-03 **..117**

Figura 66 Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 7/8 de ROsmore-03 **..118**

Figura 67 Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 8/8 de ROsmore-03 **..118**

Figura 68 Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 1/4 de ROsmore-0**4 ..119**

Figura 69 Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 2/4 de ROsmore-04 **..119**

Figura 70 Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 3/4 de ROsmore-04 **..120**

Figura 71 Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 4/4 de ROsmore-04 **..120**

Figura 72 Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 1/1 de ROsmore-05 **..121**

Figura 73 Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 1/3 de ROsmore-06 **..121**

Figura 74 Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 2/3 de ROsmore-06 **..122**

Figura 75 Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 3/3 de ROsmore-06 **..122**

Figura 76 Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 1/4 de ROsmore-07 **..123**

Figura 77 Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 2/4 de ROsmore-07 **..123**

Figura 78 Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 3/4 de ROsmore-07 **..124**

Figura 79 Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 4/4 de ROsmore-07 **..124**

Figura 80 Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 1/3 de ROsmore-08 **..125**

Figura 81 Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 2/3 de ROsmore-08 **..125**

Figura 82 Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 3/3 de ROsmore-08 **..126**

Figura 83 Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 1/3 de ROsmore-09 **..126**

Figura 84 Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 2/3 de ROsmore-09 **..127**

Figura 85 Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 3/3 de ROsmore-09 **..127**

Figura 86 Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 1/6 de ROsmore-10 **..128**

Figura 87 Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 2/6 de ROsmore-10 ...128

Figura 88 Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 3/6 de ROsmore-10 **..129**

Figura 89 Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 3/5 de ROsmore-02 **..129**

Figura 90 Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 5/6 de ROsmore-10 **..130**

Figura 91 Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 6/6 de ROsmore-10 **..130**

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexos 1 Plano de ubicación 87

Anexos 2 Ficha de campo y descripción de la zona de muestreo 88

Anexos 3 Hoja de registro de pesos 98

Anexos 4 Hoja de registro de laboratorio 99

Anexos 5 Panel fotográfico 103

Anexos 6 Plano de distribución espacial de residuos plásticos en el Río Osmore 106

Anexos 7 Espectros de microscopia FITR ATR de las muestras de sedimentos en Río Osmore. 107

Anexos 8 Identificación de Microplásticos 131

Anexos 9 Constancia de uso de Laboratorio de Química (Universidad Nacional de Moquegua) 139

Anexos 10 Certificado de Acreditación por INACAL 140

Introducción

La producción del plástico dio un incremento alarmante a partir del año 1950 (Soledad, 2021) y desde la segunda mitad del siglo XX se vienen adoptando, al unísono del crecimiento científico y programas internacionales, medidas para evitar que residuos plásticos terminen en el mar (Bayo, 2022). Sin embargo, la fabricación continua y desmesurada de materiales plásticos, diseñados para un solo uso (Lizano, 2022) contribuyen al incremento de plásticos en el mar.

En el Perú, según indica el Ministerio del Ambiente, la generación de residuos plásticos ha llegado al millón de toneladas métricas, siendo una preocupación dado que no se cuenta con infraestructuras para depositar residuos de manera controlada. Los residuos plásticos terminan siendo dispuestos, en algunos casos, en canales de riego o en el rio por poblaciones cercanas, acumulando y sufriendo un proceso de fragmentación en el ambiente y llegando a transformarse en microplásticos (Canchari, 2022).

Se conoce como microplástico a todo material de naturaleza sintética y sólida, con dimensiones entre 1 μm a 5 mm, insoluble en agua (Frias, 2019) que son desintegrados por factores mecánicos y foto-oxidativos cada vez en trozos más pequeños (Singh y Sharma, 2008). Aquellos microplásticos que son producto de factores mecánicos y foto-oxidativos son conocidos como MPs secundarios y aquellos fabricados en tamaños diminutos son llamados MPs primarios (Eerkes, 2015); siendo el primario encontrados en productos cosméticos o de cuidado personal y el secundario durante el uso de materiales como textiles, pintura y neumáticos, incluso cuando los plásticos han sido liberados al medio ambiente, a través de la exposición a la luz del sol, el viento, el agua y otros factores ambientales (Percca, 2021).

Los microplásticos presentan grados de flotabilidad diverso y la mayoría son menos densos que el agua del mar y flotan sobre la superficie mientras que aquellos que son densos se hunden llegando a los fondos marinos; algunos microplásticos ligeros forman aglomerados, facilitando la transferencia vertical de los mismos a las profundidades y fondos marinos registrándose las partículas de microplásticos acumuladas en los sedimentos (Vásquez, 2021).

I. Planteamiento del problema

1.1. Descripción y formulación del problema

La problemática ambiental generada por contaminación a cuerpos de agua, en los últimos años, se debe a la presencia de residuos plásticos (Gastañadui, 2023), como consecuencia de una gestión ineficiente de los residuos, se estima que entre el 6% a 26 % son reciclados, sin embargo, el 94% al 74% son depositados de forma directa en el ambiente (Matos, 2022),por ello se ha denominado al presente siglo como "la época de los plásticos" (Débora, 2022).

Los residuos plásticos, en un ecosistema marino costero, tienen una alta persistencia, abundancia y distribución (Carolina, 2022), siendo un problema que adquiere mayor preocupación, ya que es un material que, en el medio en el cual se encuentran, debido a procesos físico-químicos y biológicos, inician un proceso de fragmentación (Carolina, 2022) llegando a partículas menores denominadas mesoplásticos, microplásticos y nanoplásticos (Matos, 2022), se identifican dichas partículas por su tamaño: mesoplásticos (5-20 mm), microplásticos (< 5 mm) (NOAA, 2015) y nanoplásticos (1-1000mm) (Calvo, 2020).

La comunidad científica ha observado el impacto negativo del plástico y sus derivados como el microplástico y nanoplástico, que han sido ingeridos por los organismos de diversos ecosistemas (Giraldez, 2020) y según indica la FAO, los microplásticos en su mayoría se encuentran en la superficie de océanos, la biota y las costas (Orbegozo, 2023). Los microplásticos en sedimentos, en particular, son dispersivos (Kiss, 2021) y al ser acumulados en los cuerpos de los animales acuáticos pueden transferirse al ser humano a través de la cadena trófica (Xiong, 2019).

La distribución de microplásticos y el efecto de la desintegración de plásticos, además de despertar un interés científico, se han considerado como nuevo contaminante (Fuentes, 2022). En el Perú se realizó un estudio sobre la presencia de partículas finas en cuatro playas arenosas: Playa Visec, Playa Albufeira de Medio Mundo, Playa Costa Azul y Playa El Chaco. En la playa Costa Azul se encontraron 463.33 partículas/m² y en la playa El Chacho 11.33 partículas/m² (Purca, 2017). Además, en el estudio "Microplásticos en los sedimentos aluviales de la Cuenca y Desembocadura del Bajo Jequetepeque, Perú", se encontró 180 partículas/m^2 en la

estación de muestreo ubicada en el margen derecho del Estuario del Río Jequetepque (Manrique, 2019).

En la provincia de Ilo, se cuenta con un estudio de investigación relacionado a microplásticos relacionado al tracto digestivo de especies icticas e invertebradas del litoral (Dávila, 2021), por lo tanto, hasta el momento, no se han realizado estudios sobre la presencia de microplásticos en sedimentos de río de la provincia de Ilo, y son muy pocas o nulas las investigaciones sobre este tema a nivel nacional. En cuanto al Río Osmore, que es el recurso más importante para muchas actividades como: la agricultura, el abastecimiento de agua potable, etc., no se han encontrado en la literatura científica estudios sobre microplásticos en sedimentos (Dávila, 2021).

Según los estudios revisados, la presencia de microplásticos en sedimentos en los ecosistemas acuáticos puede tener un impacto negativo en los organismos de agua dulce, el número de especies marinas consumidoras y los peces que pueden estar activos, como mediadores de sustancias químicas persistentes (Chinfak, 2021). Por lo tanto, el desconocimiento de las partículas finas puede causar importantes impactos negativos en los ecosistemas acuáticos y en la salud de las personas.

Teniendo de conocimiento el impacto significativo de microplásticos, el presente informe aporta información importante para determinar la presencia de microplásticos en los sedimentos del Río Osmore, identificar las partículas y conocer el estado real de contaminación del río con el posterior transporte de partículas al mar.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

- Comparar la concentración de microplásticos compuestos en los sedimentos de la Zona Alta y Baja, del Río Osmore, Región Moquegua.

1.2.2. Objetivos específicos

- Determinar la concentración de microplásticos en los sedimentos de la Zona Alta y Zona Baja del Río Osmore.

- Determinar la composición de los microplásticos presentes en los sedimentos de la Zona Alta y Baja del Río Osmore de la región Moquegua de manera física y química por medio de espectrofotometría FT-IR.
- Analizar la relación entre concentración y ubicación geográfica de microplásticos.

1.3. Justificación e importancia

En el Perú la problemática de la contaminación ambiental, con el paso de los años, toma mayor importancia. Se publicó la ley que regula el plástico de un solo uso y los recipientes o envases descartables, con la finalidad de minimizar la generación y regular el uso de estos. Sin embargo, a pesar de las medidas tomadas como medida de prevención, aun se visualiza residuos presentes en los ríos y playas. Los microplásticos, se encuentran en diferente variedad y están distribuidos de manera diversa, encontrándose en playas, en el agua de mar, agua dulce, sedimentos, etc., generando consecuencias adversas a los animales marino-costeros.

Diversos estudios sugieren que la presencia de microplásticos es más peligrosa debido a que son ingeridos en los niveles tróficos más bajos, son fácilmente ingeridos por los organismos; incluso, se ha comprobado su potencial de absorber contaminantes químicos.

En la literatura existen diversos estudios que muestran presencia de microplásticos en los océanos, en cuando a su presencia en agua dulce los estudios a nivel nacional han ido incrementando, sin embargo, en la provincia de Ilo, que se tiene la presencia del Río Osmore, no se tiene mucha información acerca de los microplásticos presentes en el río, por ende, no se puede determinar la influencia de la contaminación por microplásticos en la calidad del agua. El acceso al recurso hídrico de calidad, es un derecho fundamental, siendo así que, las ampliaciones y mejoras en los subsecuentes sistemas de calidad de agua y saneamiento, tienen impactos muy importantes en la calidad de vida de las personas. El conocimiento de la calidad de sedimentos del Río Osmore, servirá de base para la prevención de enfermedades y la implementación de tecnologías ambientales, destinadas para el bienestar social, así como instrumento de información y sensibilización para la población.

La presente investigación brindara información fehaciente sobre la tipología y clasificación de microplásticos compuestos (PP, PE, PET, HDPE Y LDPE), si funcionan como vectores de contaminación de otras sustancias químicas orgánicas e inorgánicas, y posteriormente determinar el impacto positivo o negativo.

Además, considerando que existe un grupo de actividades económicas que dependen de sedimentos relacionados al agua, comenzando con la agricultura que se desarrolla en la localidad, después se utiliza también, aguas arriba para la minería e industrias urbanas, servicios recreacionales, entre otros. Los sedimentos del Río Osmore tienen importancia económica significativa, porque se relacionan a la calidad de agua, saneamiento, y al uso destinado para la agricultura, que se dan en el Distrito del Algarrobal, y es también conocido, que estos sedimentos del río desembocan al mar en su último tramo; en tal sentido, conocer la calidad de microplásticos en los sedimentos, ayudara a desarrollar un correcto manejo y preservación del relacionado componente agua, que es importante para la provincia de Ilo y la Región Moquegua.

Es así que es importante determinar y comparar la composición de microplásticos compuestos (PP, PE, PET, HDPE y LDPE) en los sedimentos de la Zona Alta y Baja del Río Osmore.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

- En los sedimentos de la Zona Alta y Baja del Río Osmore, a través de la comparación de la composición, se encuentran microplásticos *compuestos (PP, PE, PET, HDPE, LDPE).*

1.4.2. Hipótesis especificas

- La concentración de microplásticos compuestos podría fluctuar entre la Zona Alta y Baja del Río Osmore.
- El método de espectrofotometría FT-IR caracteriza los microplásticos presentes en sedimentos de la Zona Alta y Baja del Río Osmore.
- Existe relación entre la concentración de microplásticos y su ubicación geográfica espacial.

1.5. Variables

1.5.1. Variable dependiente

- En la presente investigación la variable dependiente es:
  Concentración de microplásticos compuestos (PP, PE, PET, HDPE Y LDPE) en los sedimentos.

1.5.2. Variable independiente

- En la presente investigación la variable independiente es:
  Zona del río Osmore (alta y baja).

Tabla 1.

Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Zona del río Osmore (Alta y Baja)	Ubicación geográfica del Río Osmore	Proximidad a zonas pobladas	Distancia entre cada punto del río y posibles fuentes de contaminación	Nominal
Concentración de microplásticos compuestos en los sedimentos	Cantidad y Composición de microplásticos presente en muestras de sedimentos	Composición del microplástico	Forma	Esfera
				Fragmento
				Fibra
				Película
				Espuma
			Color	Amarillo

			Rojo
			Verde
			Azul
			Negro
			Celeste
			Gris
		Tamaño	>5mm
			<5mm
		Peso	Mg
		Tipo	PP
			PE
			PET
			HDPE
			LDPE
	Concentración de microplásticos	Concentración de microplásticos	MG/KG*

*mg/kg: mg de microplástico por kg de sedimentos

II. Marco teórico

2.1. Antecedentes

2.1.1. A nivel internacional

Murphy (2022), en su estudio "Assessment of microplastics in Irish river sediment" indica que los microplásticos (MP) son contaminantes medioambientales cada vez más preocupantes, debido a su interacción cada vez mayor en entornos marinos y de agua dulce, marinos y de agua dulce. Por ello, tuvo el objetivo de analizar muestras de sedimentos de 16 lugares en el Río Barrow. Siendo que, los microplásticos se extrajeron mediante un método de separación por densidad, tras lo cual se determinó su tamaño, color y forma. Después se analizaron su tamaño, color y forma con un microscopio estereoscópico (Optica SZM-2). Se utilizó el infrarrojo total (ATR-FTIR) para identificar los tipos de polímeros. En los 16 puntos se encontró un total de 690 MP, siendo las fibras el tipo de MP dominante. La mayor concentración de MP fue de 155 fibras de MP kg1 de sedimento húmedo en las muestras recogidas. La mayoría de las MP recuperadas eran fibras de polietileno (PE), polipropileno (PP), nailon y acetato de celulosa (CA). En general, este estudio puso de manifiesto la presencia de MP en los sedimentos de los ríos irlandeses y proporcionó una base de referencia para futuros estudios sobre la contaminación por MP.

Matos (2022), en su estudio "Evidencia de microplásticos en aguas subterráneas de municipios de Cuiabá-MT/Brasil", indica que debido al crecimiento demográfico tiene como consecuencia una alta demanda en la producción de materiales duraderos y no duraderos. Sin embargo, estos productos generan una importante cantidad de residuos, que a su vez no siempre se eliminan adecuadamente, generando una acumulación en el medio ambiente que afecta a todo el ecosistema, especialmente las masas de agua. El objetivo de este estudio fue analizar la presencia de microplásticos en las aguas subterráneas del municipio de Cuiabá-MT. Para ello, se realizó una encuesta sobre el número de pozos del municipio y se recogieron muestras aleatorias de agua de muestras de agua de 11 pozos para cuantificar y calificar la presencia de microplásticos. Los resultados revelaron que en el municipio hay registrados 934 pozos. La presencia de microplásticos se detectó en el 81.81% de las muestras analizadas. Como

conclusión, es necesario monitorear la calidad del agua de los pozos profundos del municipio de Cuiabá-MT, ya que los microplásticos pueden ser un indicador de contaminación ambiental.

Soledad (2021), en su estudio de microplásticos en la columna de agua, sedimento intermareal y biota residente en la costa del estuario del Río de la Plata (Franja Costero Sur), realizó dos muestreos a lo largo de 10 puntos y los resultados obtenidos revelaron la presencia de MPs con un tamaño predominante entre 500 ≤ 1000 µm; mientras que el tipo de microplástico en su mayoría fueron las fibras de color azul.

Vásquez (2021), en el estudio "Distribución espacial y aumento a través del tiempo de microplásticos en sedimentos de la Bahía de Buenaventura, Pacifico colombiano", tomaron muestras de sedimento en el estuario interno, cercano a los ríos, y externo, con mayor influencia marina. Las muestras se tomaron en las épocas seca, de transición y de lluvia para los años 2015 y 2019. La densidad fluctuó entre 11 y 1 354 partículas/kg, con promedios de 194.9 ± 51.3 y 359.6 ± 88.0 partículas/kg para los años 2015 y 2019, respectivamente, mostrando un incremento de 84.4 %. El estuario interno presentó mayor densidad en ambos años y las fibras constituyeron la forma más común de partículas: 63.7 % en 2015 y 56.03 % en 2019.

2.1.2. A nivel nacional

Fuentes (2022), en su estudio "Determinación de la presencia de microplásticos (MPs) en el agua residual de la planta de tratamiento de aguas residuales media luna, provincia de Ilo – 2020", determino en base a las muestras analizadas 11 tipos de polímeros en 409 partículas de MPs; siendo el polietileno (PE), Poliamida-Nylon (PA) y Polipropileno (PP) los polímeros con mayor frecuencia. Así mismo, obtuvo una media de 67.5±11.7 y 17.4±1 de MPs.L-1 respectivamente; del cual predomino los microplásticos (89%); según la morfología se halló mayor frecuencia de micro fragmentos (52%) y microfibras (41%) en colores como Oscuro (35%), Azul (20%) y Beige (12%). Los resultados a la vez muestran un descenso de la presencia de MPs desde el punto de ingreso al punto de salida del agua residual en la PTAR Media Luna.

Dávila (2021), en su estudio "Determinación de microplásticos en especies ícticas e invertebrados del litoral, puerto de Ilo – Perú", tuvo el objetivo de investigar la presencia de microplásticos en el tracto intestinal de 14 especies ícticas e invertebradas, de importancia económica, pertenecientes a la costa, en el puerto de Ilo, para ello, se tomaron muestras en 6 sitios a lo largo del litoral, donde se capturaron 15 muestras para cada una de las 14 especies. Se verificó la presencia de microplásticos en el 56.2%, del promedio total de todas las especies. Los colores transparentes (32%), blanco (32%) y naranja (16%) fueron los más predominantes; la longitud media oscila entre: ≤ 0.1mm y 2.5mm; y utilizando papel filtro con un diámetro de poro de 0.8 μm, como umbral de medida, se determinó que, el peso promedio oscila entre 8.1mg y 65.4mg. Además, mediante el uso del Espectrofotómetro FT-IR, se determinó que, el polipropileno (37%), el poliestireno (25%) y el tereftalato de polietileno (21%), fueron los tipos más abundantes de microplásticos identificados. Los resultados proporcionaron información para evaluar los riesgos ambientales que plantean los microplásticos en el sur del Perú, desde el punto de vista de los organismos marinos.

Manrique (2019), en su estudio "Microplásticos en sedimentos fluviales de la cuenca baja y desembocadura del Río Jequetepeque, Perú", indica que los microplásticos por su reducido tamaño (diámetro ≤ 5 mm), son difíciles de remover, funcionan como vectores de contaminantes e interfieren con el metabolismo de especies a lo largo de la cadena trófica, por ello busco determinar la presencia de microplásticos en sedimentos superficiales de la desembocadura del Río Jequetepeque, identificar el tipo de polímero presente y clasificarlo según sus características morfológicas. Por ello, la cuenca baja del Río Jequetepeque ha sido seleccionada por ser una cuenca altamente intervenida: actividades agropecuarias de la zona, desordenada distribución de centros poblados, y cuya desembocadura se encuentra cerca de sitios de alto valor histórico arqueológico. Los microplásticos fueron identificados por "espectroscopía Raman" y clasificados en función de su forma, color y tipo de polímero. Se encontraron 18 ítems, entre fragmentos y películas, compuestos en su mayoría por polietileno y polipropileno. Como conclusión se llegó implementar una metodología de extracción eficiente y de acuerdo a la clasificación morfológica el 77.8% fueron microplásticos fragmentados y 22.2% películas delgadas, en cuanto a la coloración, el 44.4% tuvo

coloración amarilla o ámbar, el 22.2% coloración blanca, 16.7% coloración roja lila o rosada, 11.1% coloración azul o celeste y 5.6% coloración verde.

Purca (2017), en su estudio "Presencia de microplásticos en cuatro playas arenosas de Perú", tuvo el objetivo de describir la presencia de fragmentos de microplásticos en número y peso por metro cuadrado en 04 playas arenosas de la costa peruana y por ello, indica que fragmentos de plástico duro mayores a 1 mm fueron encontrados en más del 80% de las muestras recolectadas. La playa Costa Azul presento 522 fragmentos/m^2 y un peso de 2.6 g/ m^2 de microplásticos, de los cuales 433 fragmentos/m^2 fueron plásticos duros. La playa Albufera de Medio Mundo presento el menor número y peso de microplásticos con 4.67 fragmentos/ m^2 y 0.50g/ m^2, respectivamente. Una muestra aleatoria de la playa Costa Azul fue analizada por el espectroscopio FT-IR. Se encontró 5 fragmentos con PE, dos fragmentos con PP y un fragmento con EPS. Como conclusión indico pocos estudios mencionan al plástico duro como la mayor fracción de los microplásticos, se sugiere nuevas fuentes de intrusión y vías de micro basura en los hábitats, los cuales podrían estar afectando desde la base de trama trófica marina en el Perú.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Industria del plástico en el Perú

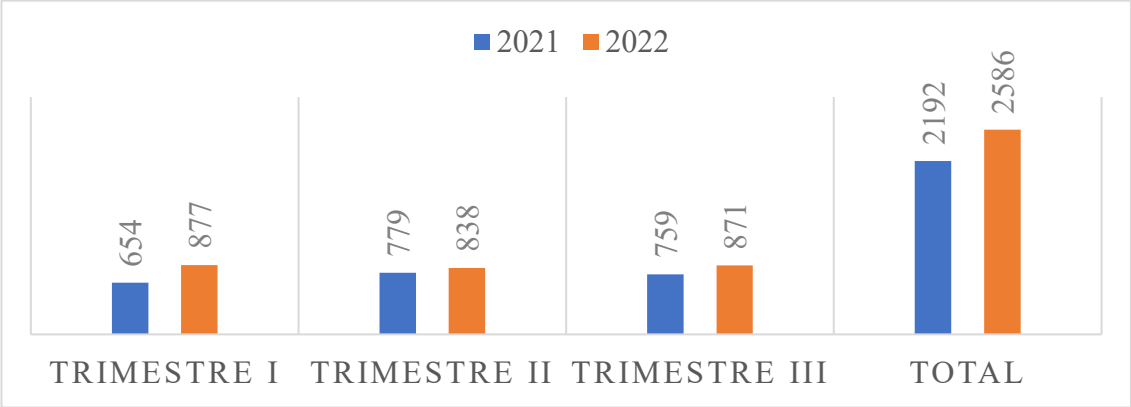
En el Perú existe el Comité de Plásticos de la Sociedad Nacional de Industrias, el cual nace de empresas fabricantes de productos plásticos que iniciaron operaciones entre 1930 y 1940, y es en los años de 1960 que se amplía la fabricación (Moisés, 2020)

El Perú cuenta, según registra en la SUNAT**,** con 2795 empresas que se dedican a la industria del sector plástico al año 2022; los cuales según indica el INEI menos del 2% en ventas cuenta con más de S/. 50 millones.

Dentro de las importaciones realizadas en la industria de elaboración de plástico durante el año 2021 y 2022 fueron de 2 202 millones de USS y 2 585 millones de USS, respectivamente; y los principales productos fueron polímeros de polipropileno, polietileno densidad >= 0.94, poli tereftalato de etileno, policloruro de vinilo por polimerización y polietileno densidad <0.94.

Figura 1

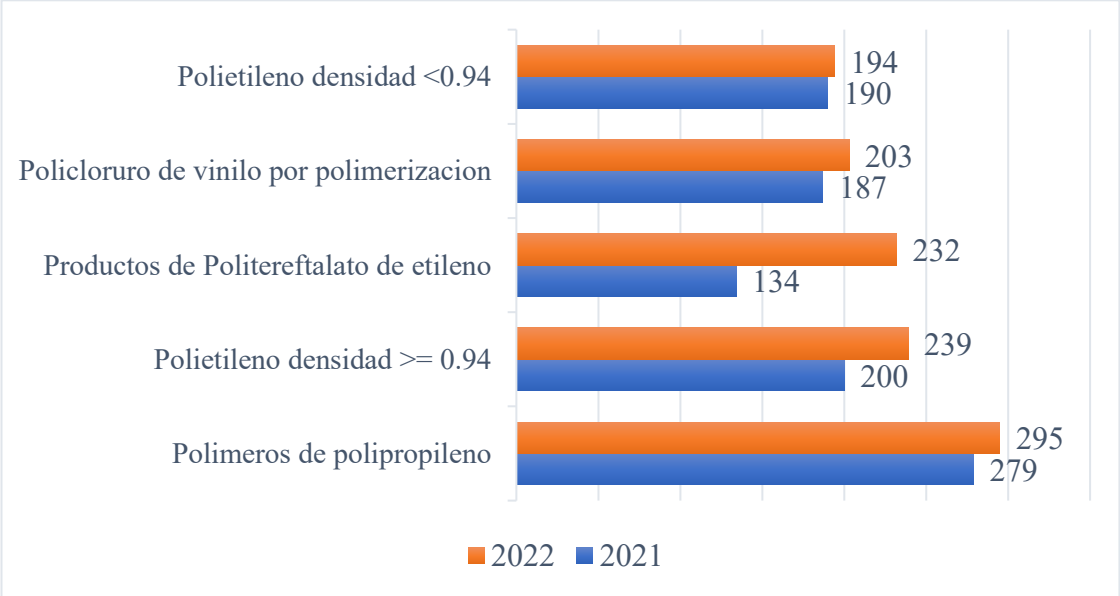
Importaciones de la industria de plástico (2021-2022)



Nota: El grafico muestra las importaciones de la industria de plástico en los años 2021 y 2022, los datos están en millones de USS CIF. *Elaboración propia* basada en los datos de INEI (2022).

Figura 2

Principales productos importados de la industria de plástico (2021-2022).



Nota: El grafico muestra los principales productos de la industria de plástico en los años 2021 y 2022, los datos están en millones de USS CIF. *Elaboración propia* basada en los datos de INEI (2022).

La cantidad de plástico elaborado se divide en diversos productos que han sido desarrollados durante el tiempo, como se observa en la **Tabla 2**.

Tabla 2

Desarrollo Cronológico del Plástico

Año	Material	Ejemplo
1862	Nitrato de Celulosa	Nitrato de Celulosa
1907	Celuloide	Billar para reemplazar el marfil
1909	Baquelita	Aislantes electrónicos
1912	Poliacetato de vinilo	Pinturas látex
1913	Celofán	Protector de telas
1919	Caseína	Agujas de tejer
1927	Acetato de Celulosa	Cepillos de dientes, envases
1927	Policloruro de vinilo	Impermeables
1930	Poliestireno o estireno	Accesorios de cocina
1935	Polimetacrilato	Cubiertas de cabinas de avión
1938	Resinas epoxídicas	Usos en la odontología y medicina
1938	Acetato butirato de celulosa	Mangueras
1938	Nylon (Poliamida)	Engranajes
1940	PVC - Segunda Ola	Discos para gramófonos
1942	Polietileno	Botes compresibles
1943	Silicona	Aislantes de Motor

1954	Poliuretano o uretano	Cojines de Espuma
1957	Polipropileno	Cascos de Seguridad
1957	Policarbonato	Piezas para electrodomésticos
1960	Polipropileno Moldeado	Artículos domésticos e higiene personal
1970	Poli(amida-imida)	Películas
1970	Poliéster termoplástico	Piezas de electricidad y electrónica
1985	Polímeros de cristal líquido	Componentes electrónicos
1990	Biopol	Primer plástico biodegradable
1992	Catalizadores de metaloceno	Modificación de la estructura en plásticos
2001	Aplicaciones de Plásticos	Usos en la tecnología y aviación

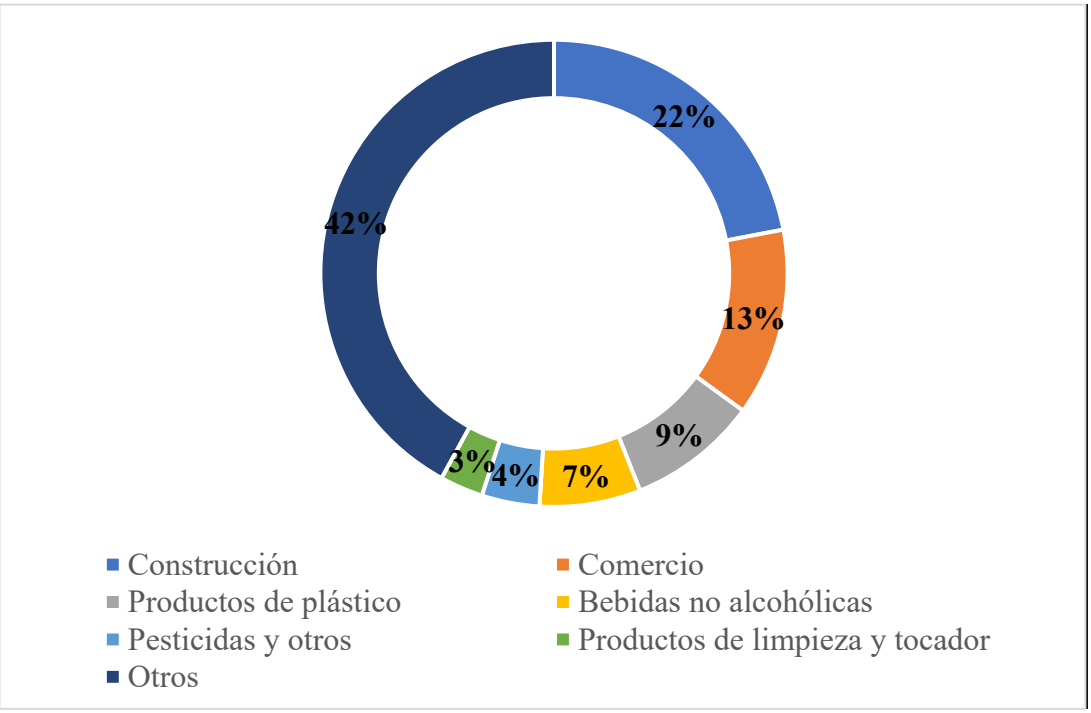
Nota: En la **Tabla 2** se muestra como ha sido el Desarrollo Cronológico del Plástico. *Elaboración Propia* adaptado de Collantes (2017).

De los mencionados en la **Tabla 2**, muchos de estos son usados en diferentes actividades o rubros, por ejemplo, materiales termoestables, entre ellos, las resinas epoxi, poliéster, etc.; que son utilizados en el rubro de la construcción; así como materiales necesarios para el interior de una vivienda como aislantes, canaletas, tuberías, etc.

Entre los sectores más importantes se puede observar.

Figura 3

Demanda de productos plásticos por sector



Nota: en el grafico se muestra la demanda de productos plásticos por sector. *Elaboración propia.* Basada en los datos obtenidos de Sociedad Nacional de Industrias (2016).

2.2.2. Plástico

Plástico se conoce a todo aquel material compuesto por resinas, proteínas y otras sustancias, que permiten que sean fáciles de moldear y puedan modificar su forma de manera permanente a partir de una determinada compresión y temperatura (Gómez, 2016).

2.2.3. Tipos de plástico

Se cuenta con diferentes tipos de plástico, de los cuales se conocen códigos de identificación.

Tabla 3

Tipos de Plástico

Polímero	Aplicaciones	
	Tereftalato de polietileno	Botellas de refrescos, bandejas o algún otro que permite de forma hermética preservar; reciclado frecuente.
	Polietileno de alta densidad	Envases de alimentos como botellas de leche, agua, detergente, film; reciclado frecuente
	Cloruro de vinilo / polivinilo	Botellas de aceite de cocina, tarjetas de crédito, film de cocina, materiales para revestimiento de alambres y cables, materiales de construcción; raramente reciclado,
	Polietileno de baja de densidad	Plásticos de embalajes, bolsas de compra y de basura; ocasionalmente reciclado.
	Polipropileno	Envoltorios de snacks, pajitas de bebida, batería de vehículos u otro componente automovilístico; ocasionalmente reciclado.
	Poliestireno	Botellas farmacéuticas, vasos de espuma de estireno; raramente reciclado
	Otros plásticos	Envases de materiales mezclados, botellas; raramente reciclado.

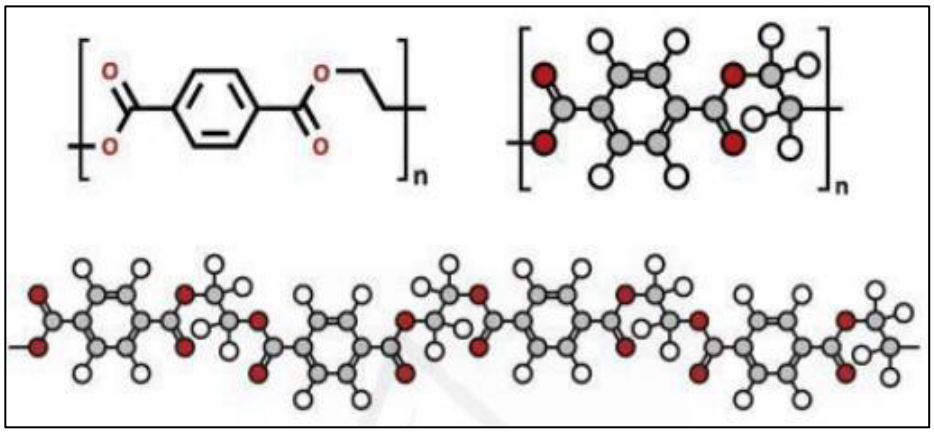
Nota: En la **Tabla 3** se muestran los Tipos de Plástico existentes. Adaptado de Percca (2021).

Los residuos plásticos que son dispuestos al medio son sometidos a diversos procesos que conducen a la degradación por la irradiación de la luz solar, crecimiento de bio-partículas y la oxidación, al finalizar de forma eventual ingresa al organismo de un ser vivo a través de rutas de exposición como la inhalación, ingestión y contacto térmico.

2.2.3.1. PET (Polietileno tereftalato)

Figura 4

Estructura Química del Polietileno Tereftalato



Nota: Muestra la estructura del polietileno tereftalato. Tomado de (Débora, 2022)

El polietileno tereftalato es un polímero plástico con alto grado de cristalinidad y termoplástico, siendo por ello amorfo o semicristalino (Lizcano, 2020).

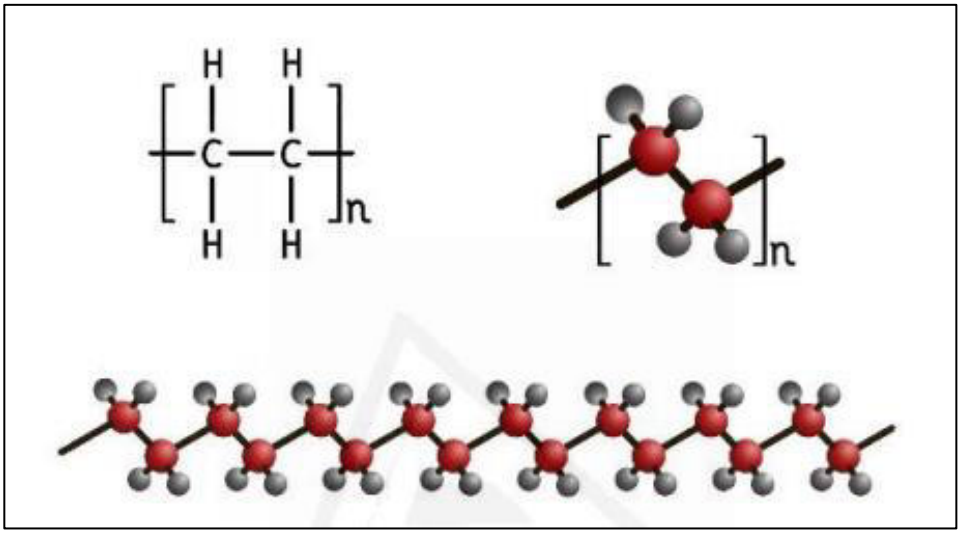
Existen tipos de PET (Débora, 2022):

- **C-PET**: estructura microcristalina uniforme, elevada rigidez y dureza.
- **A-PET**: amorfo y transparente, menor rigidez y dureza.

2.2.3.2. HDPE (Polietileno de alta densidad)

Figura 5

Estructura Química del Polietileno



Nota: Muestra la estructura química del polietileno. Tomado de (Débora, 2022)

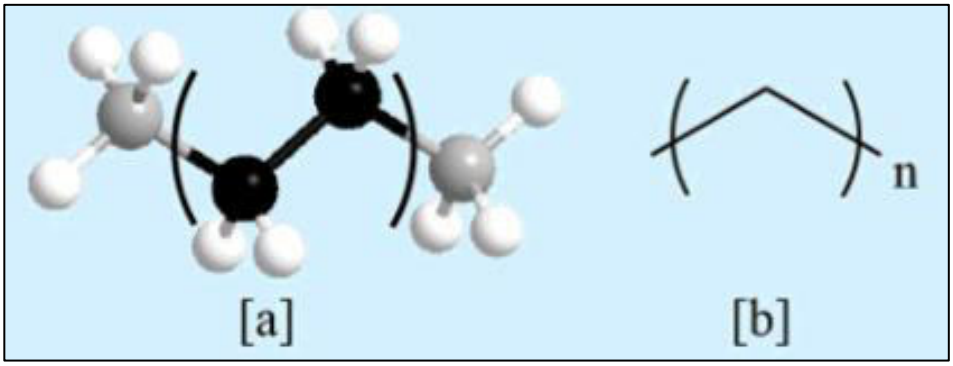
El Polietileno de alta densidad es resistente, pero tiene una estructura más simple y formado por una cadena larga de átomos de carbono y 02 átomos de hidrógeno. El polietileno lineal es considera más resistente y fuerte que el polietileno ramificado (Débora, 2022).

Dentro de sus características, presenta un alto grado de cristalinidad, su densidad (0.941 – 0.965 g/cm^3), resistencia y dureza. Se considera, además, un material inflamable, resistente a ácidos débiles y álcalis, debido a su estructura no polar que los convierte en resistente a agentes químicos (Roca, 2005), es insoluble en disolventes, excepto hidrocarburos aromáticos y halogenados, aceites, grasas y ceras (Débora, 2022).

2.2.3.3. LDPE (Polietileno de baja densidad)

Figura 6

Estructura Química del Polietileno de Baja Densidad



Nota: Muestra la estructura química del polietileno de baja densidad. Tomado de (Felipe, 2020).

El polietileno de baja densidad es un polímero de adición que está conformada por unidades de etileno (Gómez, 2014). Se obtiene por un mecanismo de radicales libres a presiones muy altas, este tipo de polietileno tiene ramificaciones de 25 a 30 grupos metilos por cada 1000 carbonos.

El LDPE se usa comúnmente en film adhesivos, bolsas, botellas de plástico, etc., y al tratarse de un termoplásticos es sencillo su reciclaje (Débora, 2022).

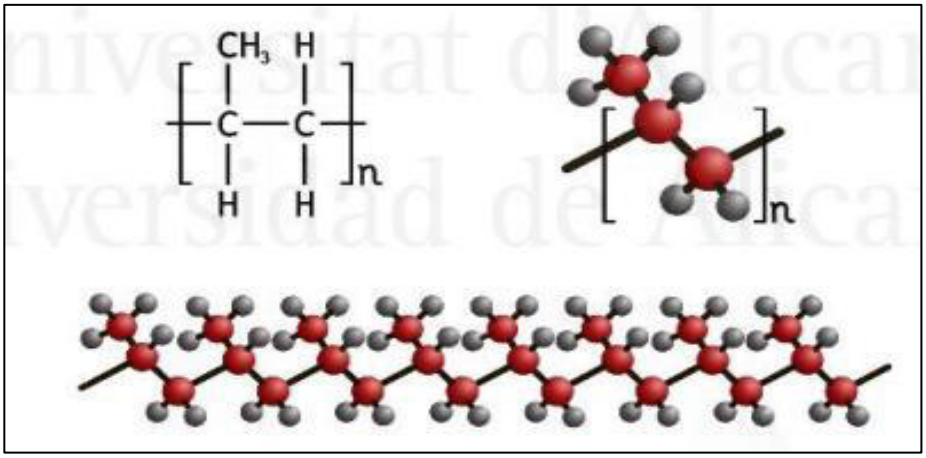
El LDPE posee una tenacidad y flexibilidad buena y su densidad decrece a temperatura por encima del ambiente de forma rápida.

Dentro de sus propiedades químicas es muy inerte y tiene resistencia a ácidos y álcalis, así como a oxidantes suaves y agentes reductores. El LDPE cuando es expuesto a la luz y oxigeno envejece y pierde resistencia.

2.2.3.4. PP (Polipropileno)

Figura 7

Estructura Química del Polipropileno



Nota: Muestra la estructura química del polipropileno. Tomado de (Débora, 2022).

El polipropileno es un tipo de plástico duro y resistente, de color opaco y resistente al calor, así como a golpes. Expresando de forma estructural es un polímero vinílico que pertenece al grupo de los termoplásticos luego de estar expuesto el propileno al calor y a presión con un catalizador activo metálico, se combina para formar una cadena larga de polímero, llamada "propileno" (Rodríguez, 2015). Además, existen 03 tipo: isotáctico (todos los grupos de metilo están en misma dirección), atáctico (los grupos de metilo están de forma desordenada y sindiotáctico) y donde los metilos se colocan de forma regular alternada en sentidos opuestos (Débora, 2022).

El polipropileno tiene una densidad entre 0.90 y 0.93 g/cm^3, posee una capacidad de recuperación elástica, tiene buena resistencia superficial, dureza y estabilidad dimensional. Es apolar y posee una resistencia a agentes químicos (Rodríguez, 2015)

2.2.3.5. PE (Polietileno)

El polietileno es un tipo de plásticos de tonalidad blanquecina, transparente y traslúcida (Vélez, 2012) cuya estructura química es $(-CH_2-CH_2-)_n$. Dentro del polietileno se encuentran líquidos, grasas, ceras duras y blandas.

La condición ramificada de este tipo de polímero la condición ramificada influye en las propiedades físicas. Un polietileno no ramificado es cristalino en su totalidad y con un intervalo de fusión relativamente estrecho (Conesa, 1996). El polietileno es un polímero inerte y resistente a ácidos y álcalis acuosos, así como a soluciones salinas, sin embargo, no es resistente a aquellos ácidos fuertes como el ácido nítrico, y es oxidado de forma lenta por el permanganato de potasio y el peróxido de hidrógeno a temperaturas elevadas.

2.2.4. Polímeros

Los polímeros son macromoléculas formadas por unión de unidades más simples conocidas como monómeros. Los polímeros pueden ser lineales, ramificadas, o formando cadenas poliméricas. La cadena polimérica puede estar formada por repetición de un mismo tipo de monómero (homopolímero) o diferentes (copolímero) (Débora, 2022).

La síntesis de este tipo de material ocurre en 02 procesos:

a. **Adición**: El polímero se forma por la polimerización de radicales libres a partir de monómero. La polimerización se lleva a cabo por medio de un mecanismo de reacción en cadena (iniciación, propagación y terminación). La adición se realiza por la apertura del doble enlace de monómeros vinílicos donde aquellas que se adicionan al doble enlace actúan como iniciador, tomando forma homolítica o heterolítica.
b. **Condensación**: este método no es necesario un doble enlace, solo contar con más de dos grupos funcionales capaces de reaccionar (Débora, 2022). Según su comportamiento puede ser:

- **Termoplástico**: se moldea en caliente y solidifica al enfriarse, su comportamiento se determina según la temperatura:
    - **$T^a > Tg$**: comportamiento plástico
    - **$T^a < Tg$**: comportamiento vítreo
- **Termoestable**: se moldea en caliente pero luego de un tratamiento térmico y enfriado no puede moldearse. Resisten la deformación mecánica y al calentarse no se rompe ni plastifica, solo se descompone y quema.
- **Elastómeros**: las cadenas de polímeros son elásticas, se les suele aplicar un proceso de vulcanización proporcionando al material una estructura reticular tridimensional.

2.2.5. Ciclo del agua

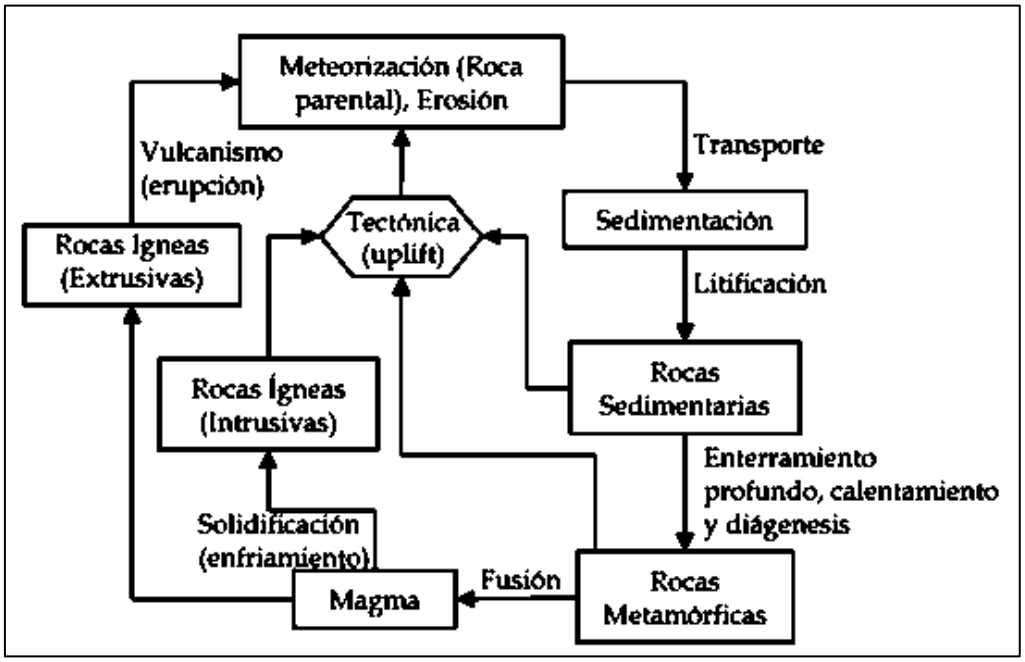
El ciclo de agua es conocido como el recorrido realizado por el agua, se considera que inicia el ciclo en los mares y océanos, ya que la evaporación es proveniente de ellos, siendo a esto la formación de las nubes en la atmosfera que luego precipitan llegando al suelo o a los océanos (Alta, 2002).

2.2.6. Ciclo sedimentológico

El ciclo sedimentológico está relacionado al ciclo del agua, el sedimento es el material generado por el proceso de meteorización de las rocas que culmina en forma de partículas (individuales o disueltas). En resumen, el proceso sedimentario es una cuestión de producción, erosión, transporte, sedimentación y consolidación. Aunque los sedimentos llegan a ser acumulados en lagos, lagunas o planicies aluviales de los ríos, también pueden convertirse en rocas sedimentarias, terminando depositado en océanos (Abel, 2018).

Figura 8

Representación sistemática del ciclo sedimentológico



Nota: En el grafico podemos ver una representación sistemática del ciclo sedimentológico. Tomado de (Abel, 2018).

2.2.7. Microplásticos

Los microplásticos son piezas de material plástico pequeñas, consideradas de un tamaño menor a 5 mm; estas partículas son tóxicas, abrasivas y difícil de tratar por el método de filtración, encontradas en el medio marino y acumulándose en la arena (Débora, 2022).

Existen dos categorías:

- **Microplásticos primarios:** aquellos fabricados con el tamaño y propiedades propias de un microplásticos, se encuentran aquellos fabricados para uso cosmético, de cuidado personal, pinturas, etc.
- **Microplásticos secundarios:** aquellos que se deben a la fragmentación de plásticos de mayor tamaño, debido a su forma aleatoria y bordes irregulares, dificulta su clasificación.

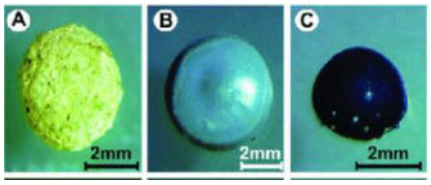
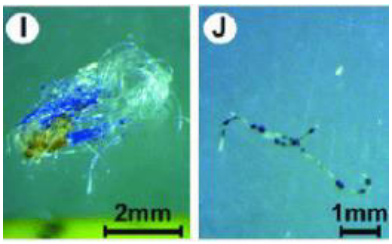
La fuente de los microplásticos puede variar según su procedencia, aspecto, color, y, algunas fuentes de microplástico primario en el agua son de origen industrial como el polvo de resina plástica, micro perlas presentes en productos de cuidado personal o materia prima utilizada en la producción de diferentes productos plásticos. En cuanto a microplásticos secundarios son fragmentos de productos como bolsas de plástico, redes de pesca, etc.

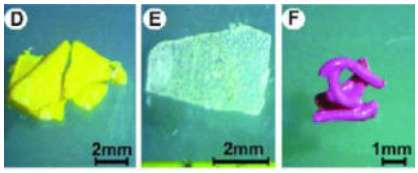
2.2.8. Tipos de microplásticos

En la actualidad no se cuenta estandarizado la manera de caracterizar de forma morfológica a los microplásticos, sin embargo, de acuerdo a "Guidelines for the Monitoring and Assessment of Plastic Litter In The Ocean" – GESAMP (2019) las partículas plásticas pueden ser identificadas según los siguientes tipos.

Tabla 4

Tipo de microplástico

Tipo	Descripción	Característica	Ejemplo
Pellet	Cuenta de resina	Partícula dura con forma esférica, lisa o granular.	
Línea o fibra	Fibra, filamento, hebra	Material fibroso largo que tiene una longitud sustancialmente mayor que su anchura.	

Película	Hoja	Partícula plana y flexible con bordes lisos o angulares.	
Fragmento	Gránulo, escama	Partículas duras de forma irregular con apariencia de haber sido desprendidas de un trozo de basura más grande.	 
Espuma	EPS, PUR	Partícula casi esférica o granular, que se deforma fácilmente bajo presión y puede ser parcialmente elástica, según el estado de meteorización.	 

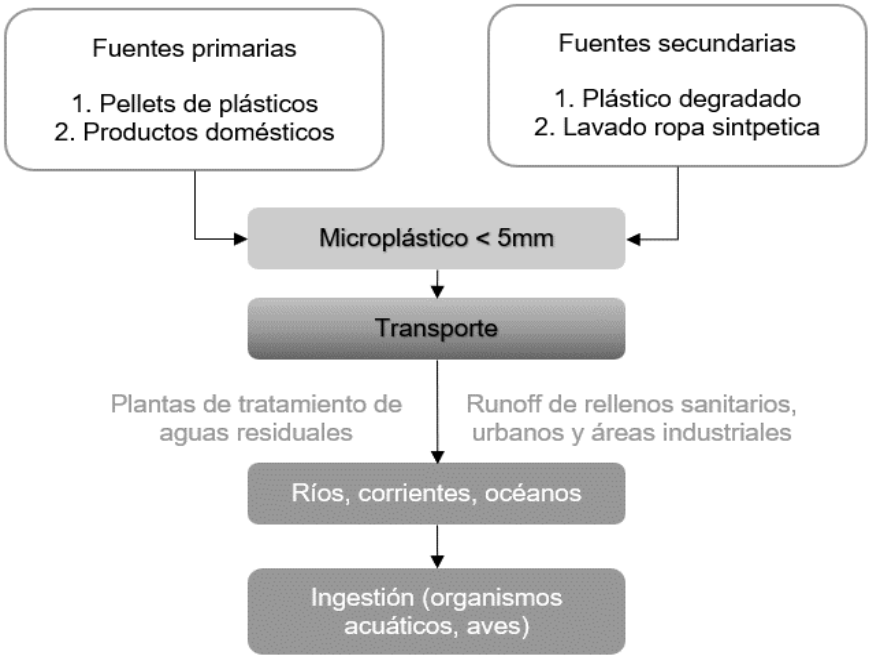
Nota: en la **Tabla 4** se muestra los Tipos de microplásticos. Tomado de (Ferreira, 2020)

2.2.9. Transporte de microplásticos

Los microplásticos se generan por procesos físico-químicos o biológicos, se muestra a continuación en la **Figura 9**.

Figura 9

Ruta de transporte de Microplásticos al medio marino-costero



Nota: en el flujograma se muestra la ruta de transporte de microplásticos al medio marino – costero. Tomado de (Yang, 2015).

2.2.10. Legislación

Normativa Nacional

Actualmente, nuestro país no dispone con ninguna metodología, protocolo y/o normativa relacionada al muestreo de Microplásticos en Sedimentos de Ríos o cuerpos de agua en general, y tampoco cuenta con ninguna normativa relacionada con Estándares de Calidad en Microplásticos de Sedimentos de ningún tipo.

Normativa Internacional

Se reconoce que existen diversas normativas internacionales, que proceden de diversos países, para estandarizar el muestreo de los sedimentos generales en cuerpos de agua, sin embargo, cada una de ellas se encuentra adaptada a la región en que se encuentran, es decir, se regulan mejor de acuerdo a las características geográficas y ambientales, donde se encuentran, por lo cual, para nuestro estudio,

existen una normativa, procedentes de la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de los Estados Unidos. Siendo así que, para el muestreo se seguirá con el "Muestreo de Sedimentos (LSASDPROC-200-R4) - US EPA", documento aprobado el 23 de febrero del 2020, con ID: LSASDPROC-200-R4, por la US EPA, en donde se describen los procedimientos, métodos y consideraciones generales y específicos que deben utilizarse y observarse al recoger muestras de sedimentos para la selección sobre el terreno o el análisis de laboratorio (EPA, 2014).

2.3. Definición de términos

- **Agua**: es un compuesto químico formado por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno. El nombre de agua suele referirse al estado líquido del compuesto. La fase sólida se conoce como hielo y la fase gaseosa se llama vapor. En determinadas condiciones, el agua también forma un fluido supercrítico (He, 2021).
- **Aguas Continentales**: consisten en masas de agua como glaciares, ríos y lagos. A diferencia de las aguas marinas, se caracterizan por una baja salinidad y se desplazan hacia el mar porque no son demasiado profundas (He, 2021).
- **Aguas Oceánicas**: son aquella que rodean todos los continentes y las islas, ocupan aproximadamente el 71% de la superficie de la tierra y representan el 97 % del agua total del planeta y de esta manera forma la unidad oceánica, que se encuentra comunicada por diferentes estrechos (He, 2021).
- **Ecosistema**: un ecosistema incluye todos los seres vivos (plantas, animales y organismos) de una zona determinada, que interactúan entre sí y con sus entornos no vivos (tiempo, tierra, sol, suelo, clima, atmósfera). En un ecosistema, cada organismo tiene su propio nicho o papel que desempeñar (Zhou, 2021).
- **Ecosistemas acuáticos**: es un ecosistema que se encuentra en una masa de agua y la rodea, a diferencia de los ecosistemas terrestres. Los ecosistemas acuáticos contienen comunidades de organismos que dependen unos de otros y de su entorno. Los dos tipos principales de

ecosistemas acuáticos son los marinos y los de agua dulce (Huang, 2021).

- **Cuenca hidrográficas**: depresión o forma hidrográfica que hace que el territorio vaya perdiendo altura a medida que se acerca al nivel del mar. Las cuencas hidrográficas hacen que el agua que proviene de las montañas o del deshielo descienda por la depresión hasta llegar al mar. Es toda superficie de la que se recoge la escorrentía resultante de las precipitaciones y se drena a través de un punto común. Es sinónimo de cuenca hidrográfica o zona de captación (Choong, 2021).
- **Contaminante**: se entiende toda sustancia peligrosa que no se produce de forma natural o que se produce a niveles superiores a los del medio natural (Ntengwe, 2006).
- **Sedimentos**: es un material natural que se descompone por procesos de meteorización y erosión, y que posteriormente es transportado por la acción del viento, el agua o el hielo o por la fuerza de la gravedad que actúa sobre las partículas (Lozoya, 2015).
- **Espectrofotometría FT-IR**: FTIR significa transformada de Fourier infrarroja, es el método preferido de espectroscopia infrarroja. Cuando la radiación IR pasa a través de una muestra, la muestra absorbe una porción de la radiación y otra parte la transmite. La señal resultante en el detector es un espectro que representa una 'huella digital' molecular de la muestra. La utilidad de la espectroscopia infrarroja surge porque diferentes estructuras químicas (moléculas) producen diferentes huellas espectrales (ThermoFisher, 2018).

III. Metodología

3.1. Tipo y nivel de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

Es un estudio analítico y descriptivo ya que se realiza el análisis y comparación de datos para describir y compara la concentración y composición de microplásticos.

Además, es un estudio transversal, porque solo se ha realizado una sola medición, es decir una sola toma de datos en un momento específico.

3.1.2. Nivel de investigación

En correspondencia a la naturaleza del estudio de esta investigación, agrupa por su nivel las características de un estudio explicativo - comparativo, es explicativo porque busca comprender las causas que explican la variación en los niveles de concentración de microplásticos, además es comparativo porque se va a comparar estos niveles, en concordancia con las zonas elegidas para la toma de muestras de los sedimentos.

3.2. Ámbito temporal y espacial

3.2.1. Ámbito temporal

La presente investigación fue desarrollada entre los meses de octubre a diciembre del 2023.

3.2.2. Ámbito Espacial

El lugar de ejecución de la presente investigación, se realizó en la Cuenca del Río Osmore, localizado en la costa Sur del Perú, en la Provincia de Ilo, del departamento de Moquegua, y comprendió dos zonas: la Zona Alta del Río Osmore (ROsmore01, ROsmore02, ROsmore03, ROsmore04 y ROsmore05), ubicados aproximadamente a 8 km al norte del distrito del Algarrobal; y la Zona Baja del Rio (ROsmore06, ROsmore07, ROsmore08, ROsmore09 y ROsmore10), ubicados aproximadamente a 8 km al sur del distrito del Algarrobal, se recolecto 10 muestras representativas a lo largo del Río Osmore, teniendo en cuenta el acceso y la facilidad de transitar por el río.

Tabla 5

Ubicación de los puntos de monitoreo en el Río Osmore, provincia Ilo, región Moquegua

UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO				
PUNTOS	**COORDENADAS UTM 19K**		**COORDENADAS GEOGRÁFICAS**	
	Latitud	**Longitud**	**Latitud**	**Longitud**
ROsmore-01	8053555.00 m S	264039.00 m E	17°35'31.65"S	71°13'24.31"O
ROsmore-02	8052890.00 m S	263528.00 m E	17°35'53.08"S	71°13'41.90"O
ROsmore-03	8052473.00 m S	262997.00 m E	17°36'6.43"S	71°14'0.07"O
ROsmore-04	8052202.00 m S	262579.00 m E	17°36'15.08"S	71°14'14.35"O
ROsmore-05	8052005.00 m S	262430.00 m E	17°36'21.43"S	71°14'19.48"O
ROsmore-06	8050472.00 m S	254306.00 m E	17°37'8.13"S	71°18'53.09"O
ROsmore-07	8050003.00 m S	252967.00 m E	17°37'22.81"S	71°19'41.16"O
ROsmore-08	8049946.00 m S	252595.00 m E	17°37'24.52"S	71°19'53.80"O
ROsmore-09	8049901.00 m S	252052.00 m E	17°37'25.76"S	71°20'12.23"O

ROsmore -10	8050098.00 m S		251606.00 m E	17°37'19.18"S	71°20'27.26"O

Fuente: Elaboración Propia

Figura 10

Ubicación de puntos de monitoreo



Fuente: Software de Google Earth

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

Este se determinó por los microplásticos en sedimentos que existen en la trayectoria del Río Osmore, el cual tiene una longitud de muestreo aproximado de 20 km, se encuentra en la Región Moquegua y abarca la provincia de Ilo, comprendiendo la zona alta y baja del río, hasta su desembocadura en el Estuario de Ilo y el mar.

3.3.2. Muestra

El procedimiento de muestreo fue multi-etápico, primero se determinó la Zona Alta y Baja, luego al delimitar geográficamente se seleccionaron las áreas para cada zona, la forma del muestreo de las zonas seleccionadas fue por conveniencia (no probabilístico) siguiendo lo que se indica a continuación:

- **Seguridad**: debido a que se contaba con posibles puntos de monitoreo, al estar en la etapa de trabajo de campo se observó y analizo la accesibilidad para acercarse al punto identificado o lo más próximo al punto establecido y evitar incidentes.
- **Accesibilidad**: teniendo en cuenta las zonas fangosas o tramos de rio hondos, si no cumplía con las condiciones de seguridad se busca un punto aproximado.
- **Potencialidad**: analizando el área *in situ*, se determinó por tomar la muestra próxima a la orilla en ambos lados del río, asegurándonos de tomar muestras de sedimentos donde puede acumularse microplásticos.
- **Asepsia**: para evitar la contaminación de las muestras se utilizó prendas sintéticas, como son las botas de agua y guantes de nitrilo.

De acuerdo a las 10 muestras de sedimentos se tomaron en época de estiaje; siendo estas separadas una de otra por aproximadamente entre 500 m y 1 000 m, como se observa en la siguiente **Tabla 6**.

Tabla 6

Distancia de puntos de muestreo

Zona	Punto de monitoreo	Distancia (m)
Zona Alta	ROsmore-01 – Rosmore-02	970 m
	ROsmore-02 – Rosmore-03	750 m
	ROsmore-03 – Rosmore-04	600 m
	ROsmore-04 – Rosmore-05	340 m
	ROsmore-06 – Rosmore-07	1 510 m

Zona Baja	ROsmore-07 – Rosmore-08	610 m
	ROsmore-08 – Rosmore-09	790 m
	ROsmore-09 – Rosmore-10	830 m

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 7

Flotabilidad de polímeros

Polímero	**Abreviatura**	**Densidad**	**Flotabilidad**
Poliestireno	PE	0.01 – 1.06	Positiva
Polipropileno	PP	0.85 – 0.92	Positiva
Polietileno de baja densidad	LDPE	0.89 – 0.93	Positiva
Polietileno de alta densidad	HPDE	0.94 – 0.98	Positiva
Tereftalato de polietileno	PET	1.38 – 1.41	Negativa

Nota: En la **Tabla 7** se muestra la flotabilidad de polímeros en donde la unidad de medida es, densidad (g/cm^{-3}). Tomado de Adaptado de BASEMAN (2019).

Por ello se tomó la decisión de tomar de los lados laterales y del centro del río, tomando del fondo debido a que en el caso de tereftalato de polietileno tiene una flotabilidad negativa, por ello, tiende a descender dentro del agua.

3.4. Instrumentos

3.4.1. Para recolección de muestras de Microplásticos en Sedimentos

Con la finalidad de no ocasionar un impacto significativo en el ecosistema acuático, se siguió el Muestreo de Sedimentos LSASDPROC-200-R4 (U.S. Enviromental Protection Agency, 2014), además de guiarnos del protocolo para la planificación, muestreo, análisis e identificación de microplásticos en ríos (León,

2020). En donde establece el uso de equipos inocuos como espátulas y envases, además del uso de EPP (equipos de protección personal), para el muestreo en cada uno de los 10 puntos de monitoreo, para así determinar posteriormente la Calidad física y química de microplásticos en Sedimentos del Río Osmore.

Dentro de otros materiales de campo se utilizó:

- Hoja de campo (**Anexo 02**)
- Espátula
- Cámara o teléfono móvil
- Botas
- Pizarra
- GPS
- 01 jarra
- 20 depósitos
- Guantes de nitrilo
- Marcadores

3.4.2. Para análisis físico de sedimentos

Los análisis a realizar son los siguientes:

3.4.2.1. Concentración (peso) de microplásticos

Para determinar el peso de los microplásticos se realizó a través de separación de densidad por medio de una solución de salmuera, el cual permite extraer los MP's presentes en los sedimentos, para ello se utilizó los siguientes materiales:

- Cloruro de Sodio (sal)
- Placas Petri
- Vaso Precipitado
- Papel aluminio
- Estufa
- Balanza analítica Sartorius
- Pinza de laboratorio
- Filtro de 0.45 µm
- Bomba de vacío

- Guantes de nitrilo
- Espátula metálica
- Hoja de registro de peso (III)
- Varilla de laboratorio
- Pizeta

3.4.2.2. Medición de color, forma y tamaño de microplásticos

Para determinar el color de los microplásticos presentes en cada muestra de sedimentos se utilizó los siguientes materiales y equipos:

- Microscopio óptico Olympus Modelo BX43
- Hoja de registro de laboratorio (**Anexo 04**)
- Placas Petri
- Pinza de laboratorio
- Guantes de nitrilo
- Rotulador

3.4.3. Para análisis químico de sedimentos

Para el análisis químico se utilizó el método de espectroscopia de transmisión de infrarrojo con transformada de Fourier (FTIR), es un método empleado para la caracterización de diferentes compuestos e identificar grupos funcionales presentes en la muestra, refleja las vibraciones características de los grupos de átomos.

Para ellos se necesitó los siguientes materiales y químicos:

a) Materiales

- Estufa
- Tamiz de 63 µm
- Tamiz de 1 000 µm
- Tamiz de 2 380 µm
- Tamiz de 4 560 µm
- Decantador
- Espectroscopio Fourier - ATR (FTIR)

b) Insumos Químicos

- 20 ml Solución de hierro (II)

- 20 ml Peróxido de hidrogeno
- Cloruro de Sodio

3.5. Procedimientos

3.5.1. Para la recolección de muestras de Microplásticos en Sedimentos:

Para la recolección de muestras se ubicó los puntos georreferenciados y en el lugar se procedió a verter en una jarra, una cantidad individual aproximadamente de 400 ml de sedimentos puros en un transecto del rio de cada extremo y de la parte profunda del rio una cantidad de 200 ml, una vez homogenizado, se obtuvo una muestra final de 1 L, que fue almacenada en un depósito de igual cantidad. Este procedimiento se realizó dos (02) veces, por ello se contaba con 2 L de muestra de cada punto.

Figura 11

*Muestras de los puntos de la **PARTE ALTA** (ROsmore - 01 a ROsmore - 05)*



ROsmore - 01	**ROsmore - 02**	**ROsmore - 03**
8 053 555 S	8 052890 S	8 052473 S
264 039 E	263 528 E	262 997 E



ROsmore - 04

8 052 202 S

262 579 E



ROsmore - 05

8 052 005 S

262 430 E

Figura 12

*Muestras de los puntos de la **PARTE BAJA** (ROsmore - 06 a ROsmore - 10)*



ROsmore - 06

8 050 472 S

254 306 E



ROsmore - 07

8 050 003 S

252 967 E



ROsmore - 08

8 049 946 S

252 595 E



ROsmore - 09

8 049 901 S

252 052 E



ROsmore - 10

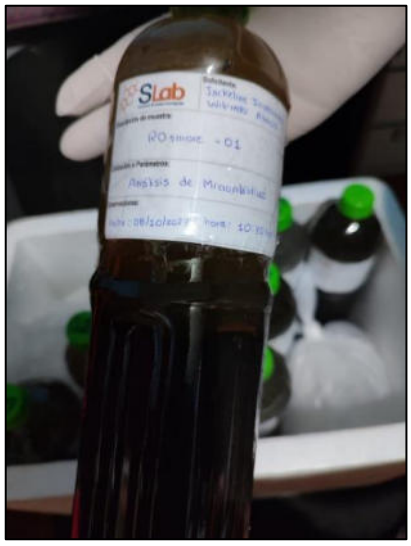
8 050 098 S

251 606 E

Se enviaron 10 muestras de 1L al laboratorio acreditado SLAB para su análisis y detección de microplásticos, estos se colocaron en un cooler con bolsas de hielo para mantenerlo en un ambiente fresco, además de ser oscuro para evitar la proliferación de algas.

Figura 13

Muestra etiquetada



Nota: Ejemplo de etiquetado de muestra *ROsmore - 01* para envio a laboratorio SLAB para respectivo análisis.

Figura 14

Muestras enviadas a laboratorio





Nota: Diez (10) muestras se guardaron en una nevera para mantenerla en buen estado y realizar su análisis respectivo en el laboratorio de Aguas de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional de Moquegua y posterior a la identificación de posibles microplásticos enviar al laboratorio acreditado.

3.5.2. Para análisis físico de sedimentos

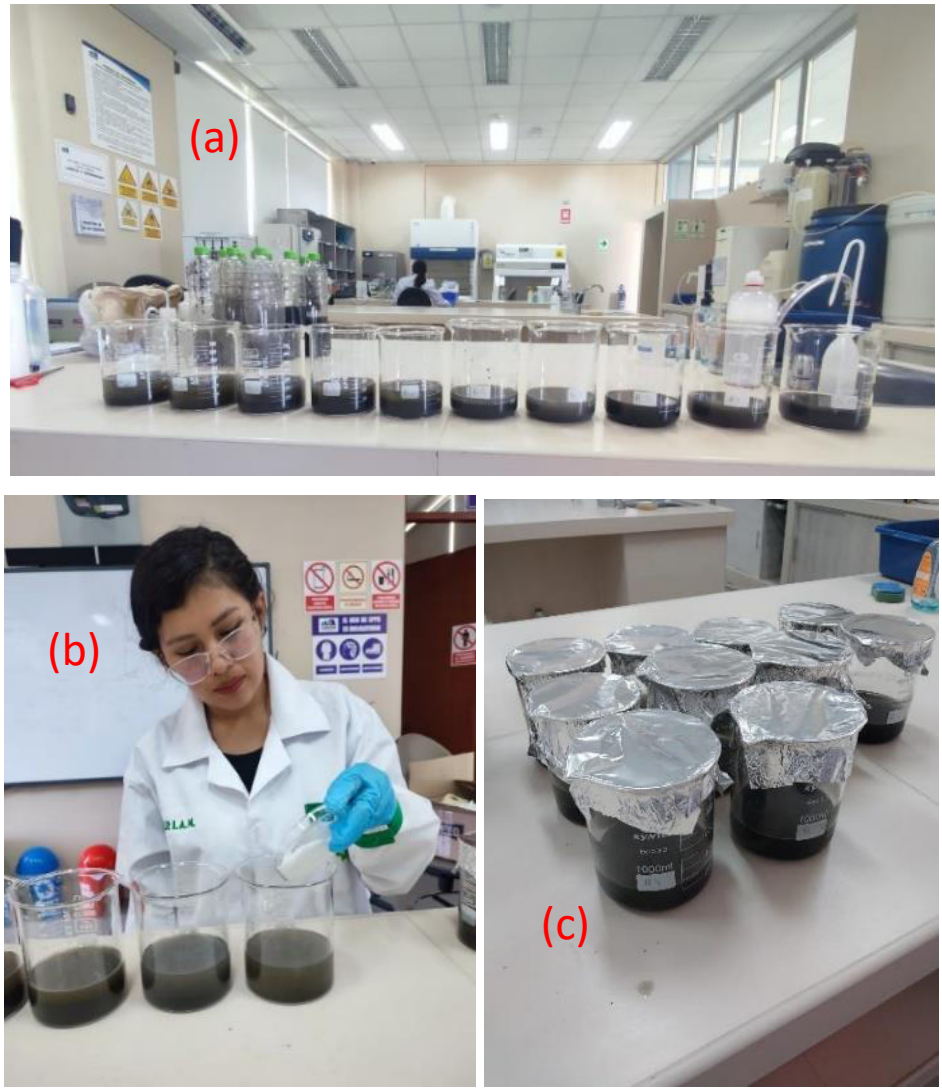
Los análisis a realizar son los siguientes:

3.5.2.1. Peso de microplásticos

Se utilizó muestra de 250 ml en un vaso precipitado, a dicha muestra se le agrego el 10% de volumen de Cloruro de Sodio (NaCl), es decir 25 g, para hacer una diferencia de densidad entre plástico y sedimentos. Se homogenizo durante 2 min con una varilla y se cubrió con papel de aluminio dejando reposar entre 3 y 4 horas a temperatura ambiente hasta visualizar que la solución se clarifico.

Figura 15

Tratamiento de muestras realizado en Laboratorio de Aguas de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Moquegua. (Anexo 09)



Nota: **(a)** Se separo 250 ml de las muestras obtenidas

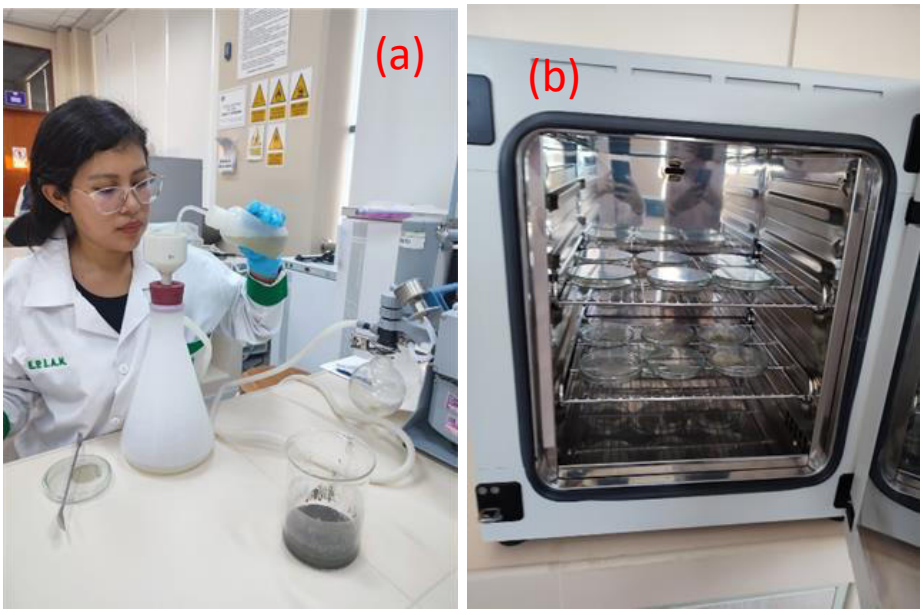
(b) Se agrego NaCl al 10%, es decir 25 g de NaCl, a cada muestra de 250 ml.

(c) Al termina el proceso se deja cada muestra reposando, cubierto con papel aluminio.

Luego se procedió a filtrar por medio de la bomba de vacío y con papel filtro de 0.45 µm (47mm). Al culminar se dejó secar el papel filtro a temperatura ambiente en placas petri durante la noche por 14 horas; al día siguiente, se colocaron los filtros en una (01) estufa a 60°C durante 5 minutos.

Figura 16

Proceso de filtrado y secado de muestras realizado en Laboratorio de Aguas de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Moquegua (Anexo 09)



Nota: (a) Proceso de filtración con bomba de vacío

(b) Placas petri con los filtros en la estufa para el proceso de secado.

3.5.2.2. Para identificación de color, forma y tamaño de microplásticos

Para la identificación del color, forma y tamaño de los microplásticos se utilizó las muestras que pasaron por la estufa y cada una se observó a través del microscopio óptico Olympus Modelo BX43, se utilizó aumento de 10x y 20x.

El tamaño se determinó utilizando el Software CellSens que se encuentro adjunto al microscopio.

Figura 17

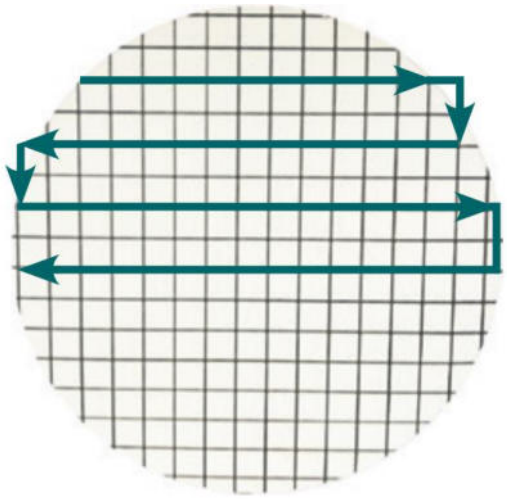
Observando posibles microplásticos en el microscopio óptico Olympus Modelo BX43 del Laboratorio de Agua de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional de Moquegua. (Anexo 09)



Nota: Para poder observar a través del microscopio, se realizó una marca en el filtro, que indicaba el norte y el punto centro, así poder guiarnos al momento de identificar el posible microplástico. Para la búsqueda y conteo se utilizó un grillado para realizar un barrido de izquierda a derecha, siendo conocido este método como análisis del filtro en zigzag y así no perder la orientación.

Figura 18

Modelo de grillado para orientación en el filtro



Nota: En la **Figura 18** se observa el cómo se hizo la búsqueda y el conteo de fragmentos. Basado en el Protocolo para la planificación, muestreo, análisis e identificación de microplásticos en ríos.

3.5.3. Para análisis e identificación química de sedimentos

Se realizo dos (02) veces el análisis para la identificación de microplásticos, uno para las diez (10) muestras de 1L que se envió al laboratorio y una segunda para las veinte (20) muestras de filtro enviadas en placa Petri luego del análisis realizado en el laboratorio de aguas de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental.

Para el primer análisis, a cada muestra de 1L se le paso por un procedimiento previo antes de analizar por medio de espectroscopia FTIR-ATR, siendo el procedimiento el siguiente

a. Preparación de las muestras:

- Se seco la muestra a 70°C durante 48 horas.
- Se paso por mallas de 63 µm, 1 000 µm, 2 380 µm y 4 560 µm
- Se recolecto lo obtenido en cada malla.

b. Digestión química:

- Las muestras recolectadas a través de cada malla se le añadió 20 ml de solución de hierro (II), además de 20 ml de peróxido de hidrógeno al 30%.

- Una vez disuelto todo se calentó a 80°C y se añadió peróxido de hidrogeno hasta eliminar la efervescencia.
- Una vez eliminada la efervescencia se decantó la parte líquida para pasar a un proceso de secado a 80°C.

c. Separación por densidad

- La muestra seca se mezcló con una solución saturada de NaCl por un tiempo de 30 minutos.
- Se dejo reposar por un tiempo de 12 horas obteniendo así microplásticos en el sobrenadante.
- Se dejo secar a temperatura ambiente.

d. Identificación por FTIR

- Antes de pasar cada muestra por el FTIR se realizó un blanco de fondo al equipo.
- La muestra se somete a medición directa y arrojó un espectro.

Figura 19

Muestras de sedimentos de Río Osmore realizado por Laboratorio Sistema de Servicios y Análisis Químicos S.A.C (SLAB)



Figura 20

Proceso de secado realizado por Laboratorio Sistema de Servicios y Análisis Químicos S.A.C (SLAB)



Figura 21

Muestras secas realizadas por Laboratorio Sistema de Servicios y Análisis Químicos S.A.C (SLAB)



ROsmore - 01



ROsmore - 02



ROsmore - 03



ROsmore - 04



ROsmore - 05



ROsmore - 06



ROsmore - 07



ROsmore - 08



ROsmore - 09



ROsmore - 10

Figura 22

Proceso de tamizado realizado por Laboratorio Sistema de Servicios y Análisis Químicos S.A.C (SLAB)



Figura 23

Proceso de Digestión Química realizado por Laboratorio Sistema de Servicios y Análisis Químicos S.A.C (SLAB)



Para el segundo análisis, de las muestras de filtro en placas Petri, solo pasaron por medio del equipo Espectrofotómetro FTIR-ATR y a su vez por el microscopio para verificar los posibles microplásticos identificados previamente.

El equipo analizó los grupos funcionales características identificando el polímero mayoritario

Tabla 8

Rango de análisis para detectar tipo de microplásticos

Tipo de Vibración	Grupo Funcional	Rango Teórico (cm^{-1})
Banda de vibración de tensión	-C-H	3550 – 3200
Banda de vibración de tensión	-C=O	2980 – 2800
Banda de vibración de flexión	-C-O-	1300 – 1000
Banda de vibración de flexión	-C-O-	1300 – 1000
Banda de vibración de flexión	-C-H	1085 – 1050

3.5.4. Para determinar concentración de microplásticos

Para determinar la concentración de microplásticos utilizamos los datos obtenidos del peso de microplásticos siguiendo la siguiente fórmula:

Concentración (mg/kg) = Peso de microplástico (mg) / Peso total de la muestra (kg)

3.5.5. Para analizar la relación entre concentración y su ubicación geográfica de microplásticos

Para analizar la relación entre la concentración de microplásticos y su ubicación geográfica se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson a través del programa Microsoft Excel 2019, el cual nos indicó si hay una relación lineal entre la concentración de microplásticos y la ubicación geográfica; por ello se consideró *distancia a carretera principal, distancia a un sector poblado y la distancia a un sector agrícola*, dichas distancias se obtuvieron en Google Earth, considerando las coordenadas establecidas previamente**.**

Para determinar el coeficiente de correlación de Pearson se utilizó la siguiente fórmula:

$$r = \frac{cov(x,y)}{S_x S_y} = \frac{\sum xy - n\bar{x}\bar{y}}{\sqrt{\sum x^2 - n\bar{x}^2} * \sqrt{\sum y^2 - n\bar{y}^2}}$$

Indica:

r: Coeficiente de correlación de Pearson

cov(x,y): Covarianza entre X e Y

S_x: Desviación estándar de X

S_y: Desviación estándar de Y

Una vez obtenido el resultado a través del Coeficiente de Correlación de Pearson se procedió a realizar la prueba de Cochran con el objetivo de evaluar la homogeneidad de las varianzas entre las muestras recolectadas en cada zona del río Osmore, este se realizó a través del programa R-Studio

3.6. Análisis de datos

Según los datos recopilados se utilizó el programa Microsoft Excel 2019, se estableció gráficos comparativos que se analizaron para explicar la composición de microplásticos en la Zona Alta y Baja del Río Osmore.

Para determinar la relación entre la ubicación geográfica y la concentración de microplásticos se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson en Microsoft Excel 2019 y la prueba de Cochran en el programa R-Studio.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Composición de microplásticos

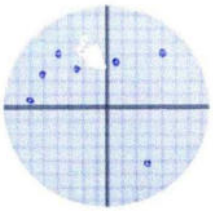
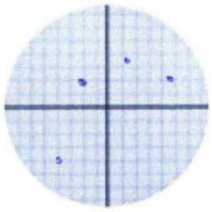
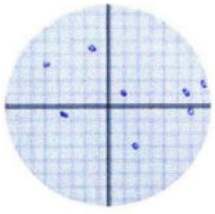
A continuación, se detallan los resultados de la composición de los microplásticos encontrados

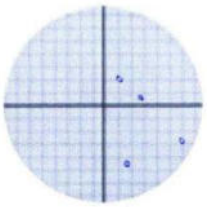
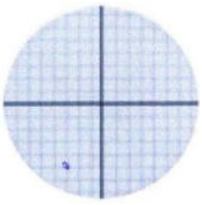
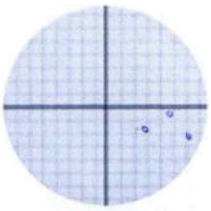
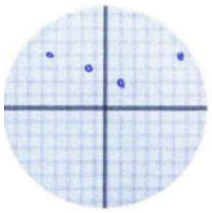
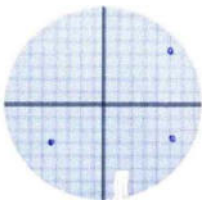
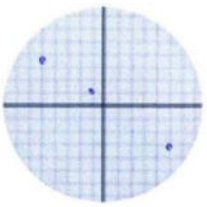
4.1.1.1. Medición de forma, color y tamaño de microplásticos

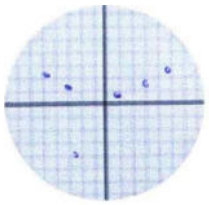
En la **Tabla 9** se muestra el tipo de microplástico según su forma encontrado a través del microscopio del segundo grupo de muestras.

Tabla 9

Ubicación de microplásticos encontrados de las muestras recolectas

Zona	Muestra	Forma encontrada	Ubicación
Zona Alta	ROsmore - 01	Fibra: 02 Fragmento: 04 Película: 01	
	ROsmore - 02	Fragmento: 04	
	ROsmore - 03	Fibra: 01 Fragmento: 06 Película: 01	

Zona Baja	ROsmore - 04	Fibra: 02 Fragmento: 02	
	ROsmore - 05	Fragmento: 01	
	ROsmore - 06	Fragmento: 03	
	ROsmore - 07	Fibra: 01 Fragmento: 03	
	ROsmore - 08	Fibra: 02 Fragmento: 02	
	ROsmore - 09	Fibra: 01 Fragmento: 02	

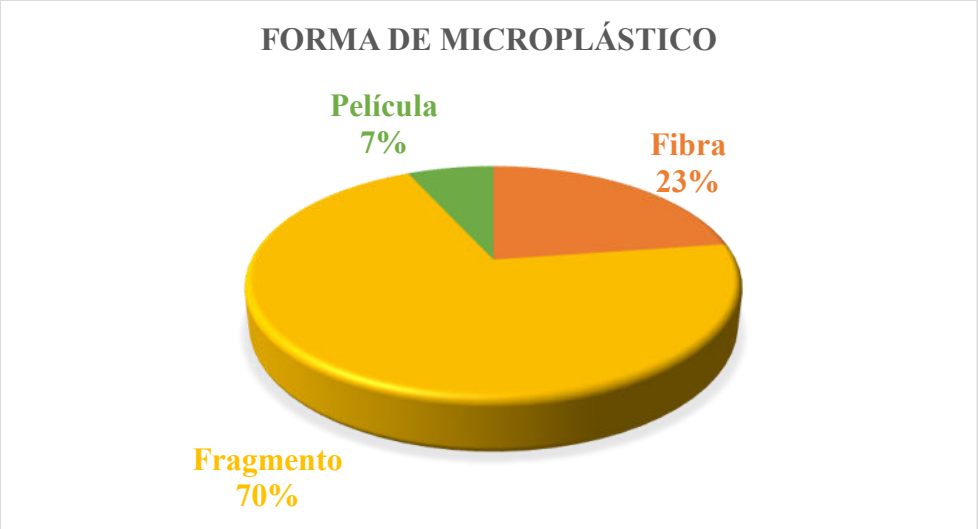
ROsmore - 10	Fibra: 01 Fragmento: 04 Película: 01		

Nota: el filtro empleado para la búsqueda y conteo de microplásticos tiene una medida de 0.45 micras, se utilizó el método establecido en el *Protocolo para la planificación, muestreo, análisis e identificación de microplásticos en ríos*; en donde menciona utilizar el método de búsqueda en paralelo o zigzag.

Se encontró un total de 44 MP's de los cuales 10 tienen la forma de fibra, 31 MP's forma de fragmento y 3 MP's forma de película. De los cuales, como indica la **Figura 24**, en mayor porcentaje con un 70% de los MP's encontrados tienen forma de fragmento y en menor porcentaje con un 7% tienen forma de película.

Figura 24

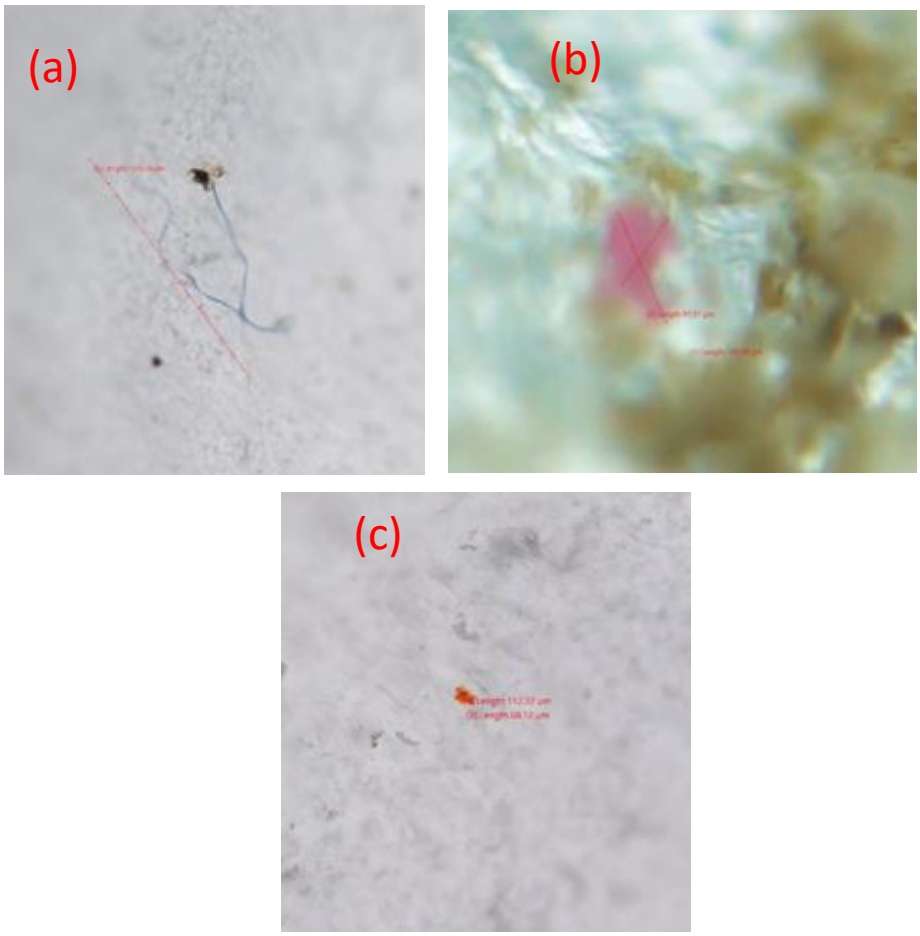
Forma de microplástico



Según la zona de muestreo en la Zona Alta se ha identificado 05 MP's tipo fibra, 17 MP's tipo fragmento y 02 MP's tipo película; mientras que en la Zona Baja se ha identificado 05 MP's tipo fibra, 14 MP's tipo fragmento y 01 MP's tipo película; siendo un total en la zona alta de 24 MP's identificados y en la zona baja 20 MP's identificados.

Figura 25

Microplásticos encontrados según su forma en microscopio óptico Olympus Modelo BX43 (aumento de 10x y 20x)



Nota: *(a) Fibra (aumento x10)*

(b) Fragmento (aumento x20)

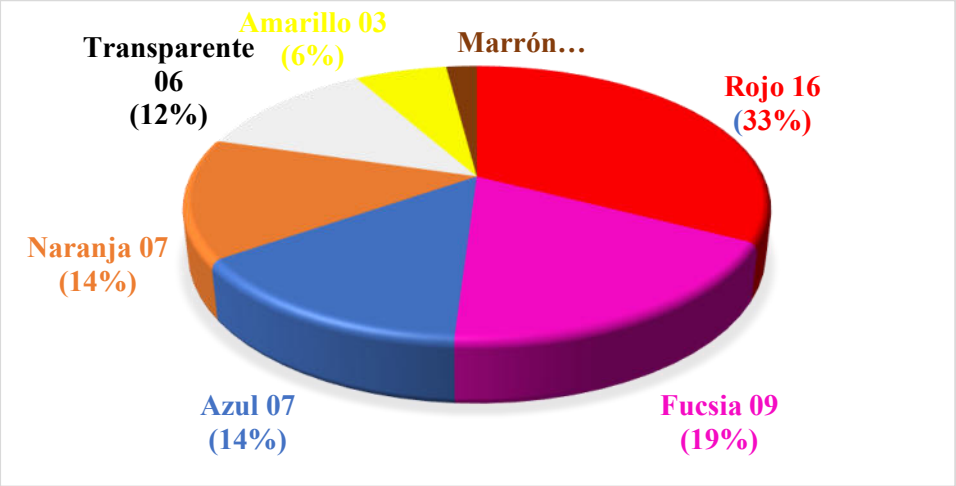
(c) Película (aumento x10)

Se han identificado 44 MP's en el segundo grupo de muestras y 5 MP's en el primer grupo de muestras, de los cuales son 16 MP's de color rojo, 9 MP's de color fucsia, 7 MP's de color azul, 7 MP's de color naranja, 6 MP's de color transparente, 3 MP's de color amarillo y 1 MP's de color marrón.

En la **Figura 26** se observa que el color predominante o en mayor porcentaje en los MP's encontrados es el color rojo con 33% y en menor porcentaje el color marrón con un 2%.

Figura 26

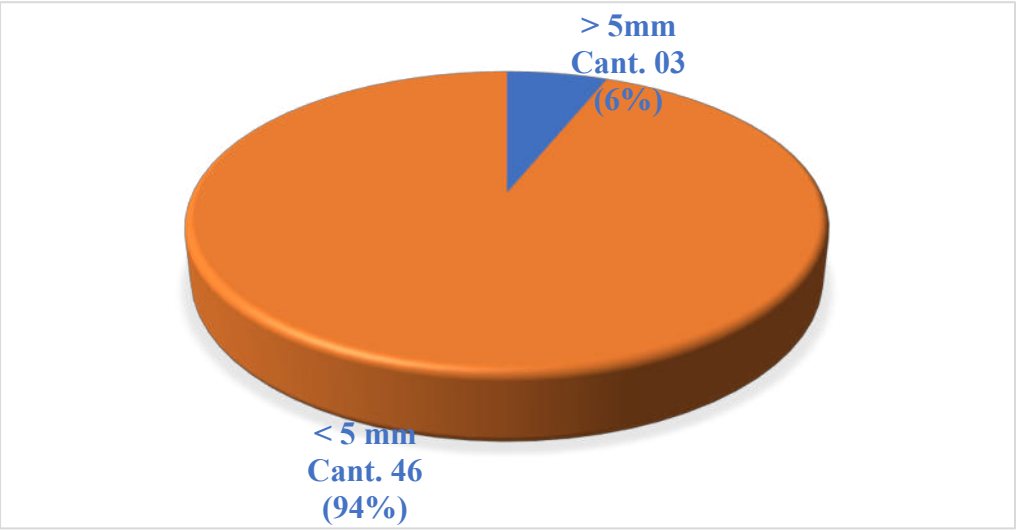
Distribución de microplásticos según su color.



En cuanto al tamaño de MP's, con ayuda del Software CellSens se determinó el tamaño para poder clasificarlos en dos grupos de aquellos mayores a 5 mm y menores a 5 mm; se lo cual, se observa en la **Figura 27** que el tamaño de MP's mayoritario pertenece al grupo <5mm con un 94%.

Figura 27

Porcentaje de microplásticos según su tamaño



Dentro del tamaño de microplásticos que se encuentran en el grupo <5mm, se observa en la **Tabla 10** el tamaño promedio de MP's de cada muestra.

Tabla 10

Tamaño promedio de microplásticos

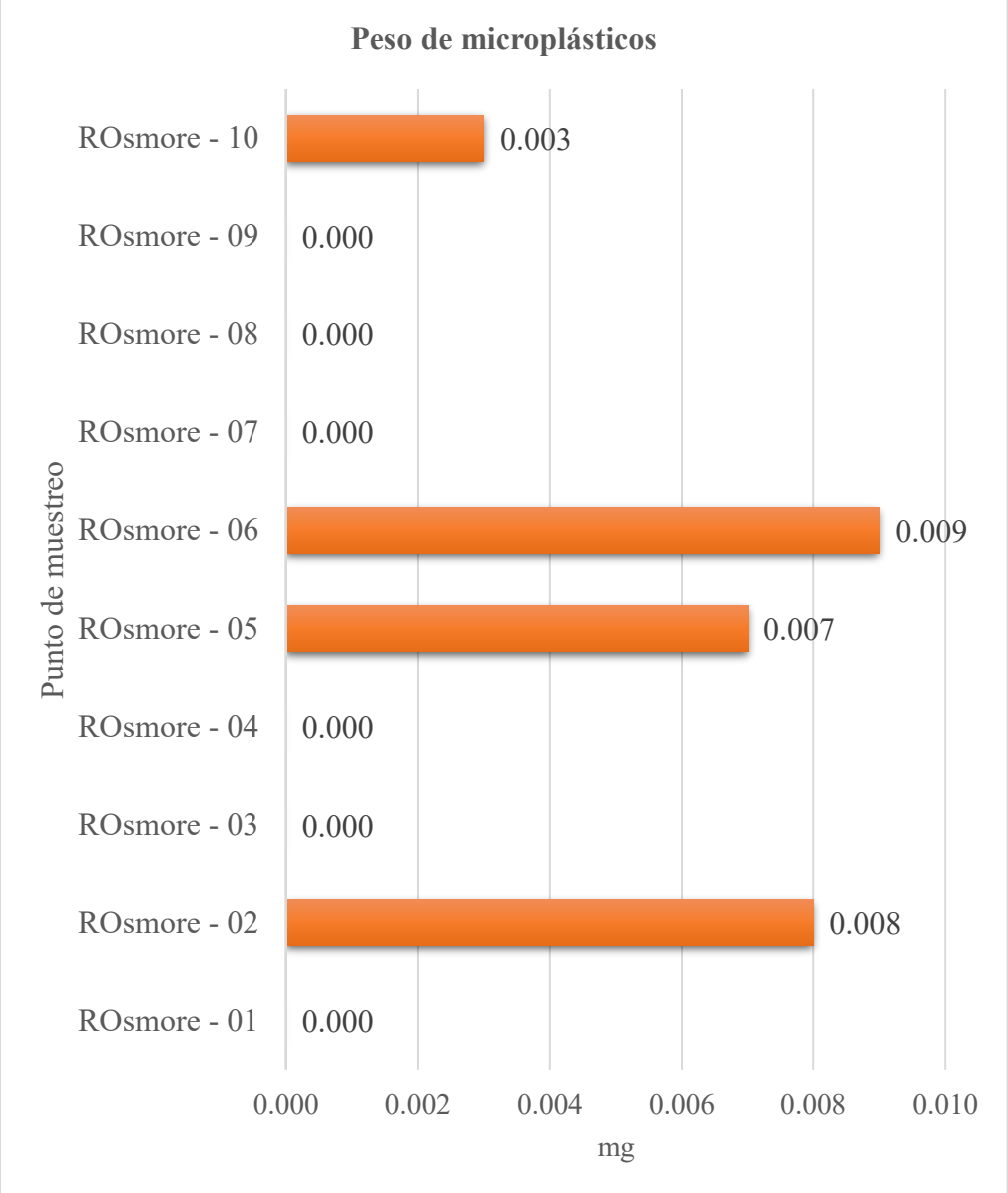
Zona	Muestra	Tamaño promedio (µm)	Tamaño promedio (mm)
Zona Alta	ROsmore - 01	616.84	0.6168
	ROsmore - 02	99.35	0.0994
	ROsmore - 03	332.44	0.3324
	ROsmore - 04	1122.65	1.1226
	ROsmore - 05	331.29	0.3313
Zona Baja	ROsmore - 06	100.55	0.1006
	ROsmore - 07	510.91	0.5109
	ROsmore - 08	731.22	0.7312
	ROsmore - 09	207.62	0.2076
	ROsmore - 10	358.65	0.3587

4.1.1.2. Peso de microplásticos

Se muestra los resultados obtenidos durante el análisis del primer grupo de muestras, proceso de diez (10) muestras de sedimentos del Río Osmore, el cual solo detecto microplásticos en cuatro (04) puntos.

Figura 28

Peso de microplásticos (primer grupo muestreado, realizado por SLAB Laboratorio de Ensayo e Investigación)

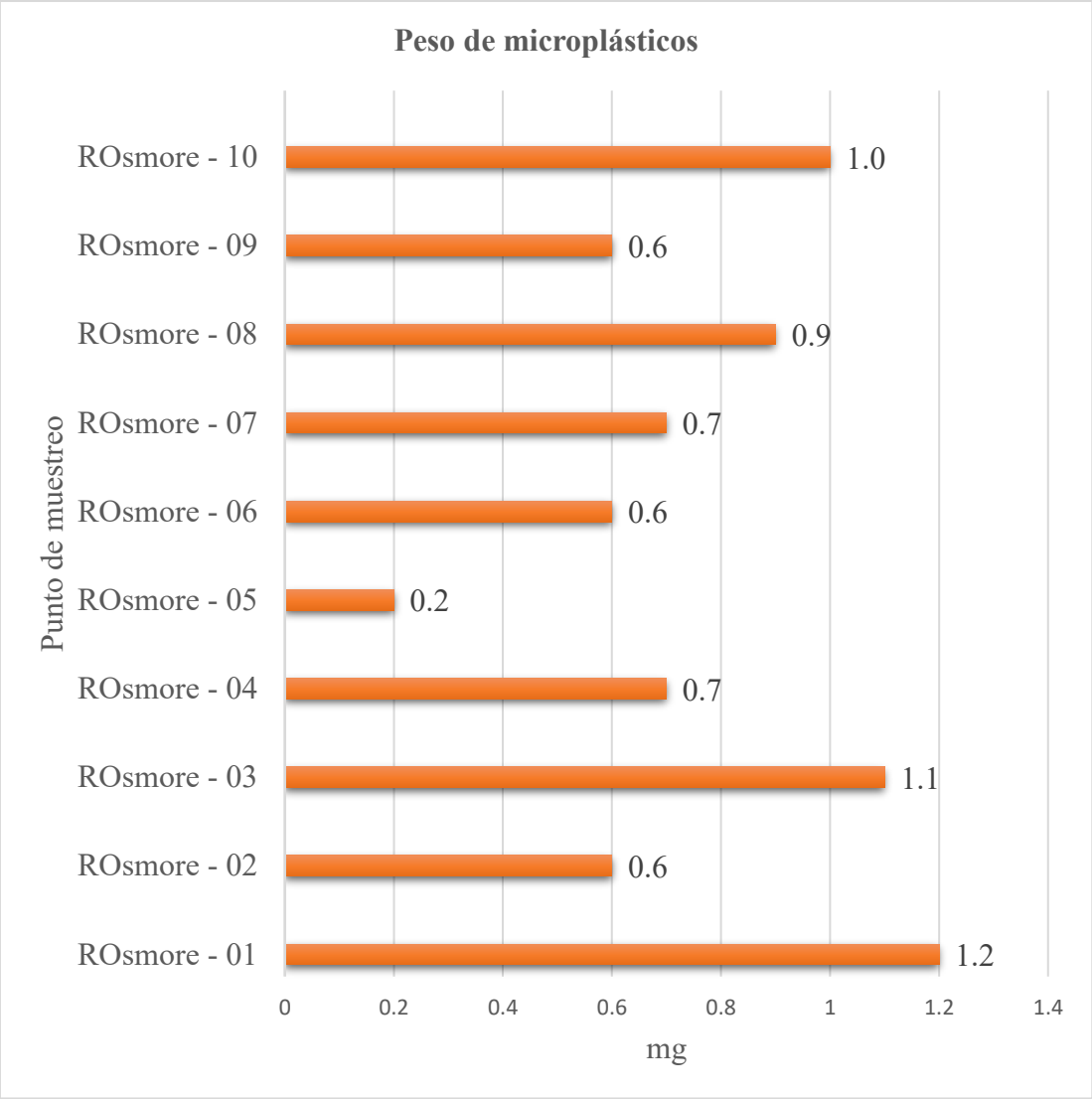


Fuente: Elaboración Propia

Nota: Podemos observar que el punto ROsmore - 06 tiene mayor peso con 0.009 mg de microplásticos y el punto ROsmore - 07 y ROsmore - 10 con menor peso con 0.003 mg de microplásticos.

Figura 29

Peso de microplásticos (segundo grupo muestreador, realizado en las instalaciones de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional de Moquegua)



Nota: Se observa que los pesos en este grupo varían, siendo el punto ROsmore - 01 (zona alta) el que tiene mayor peso con 1.2 mg de microplástico y el punto ROsmore - 05 (zona alta) el que tiene menor peso con 0.2 mg de microplástico.

4.1.1.3. Análisis químico de sedimentos para identificación de tipo de microplásticos

Se ha identificado 49 microplásticos de los cuales se dividen en 02 tipos de polímero, dentro de las 10 muestras tomadas en los sedimentos del Río Osmore.

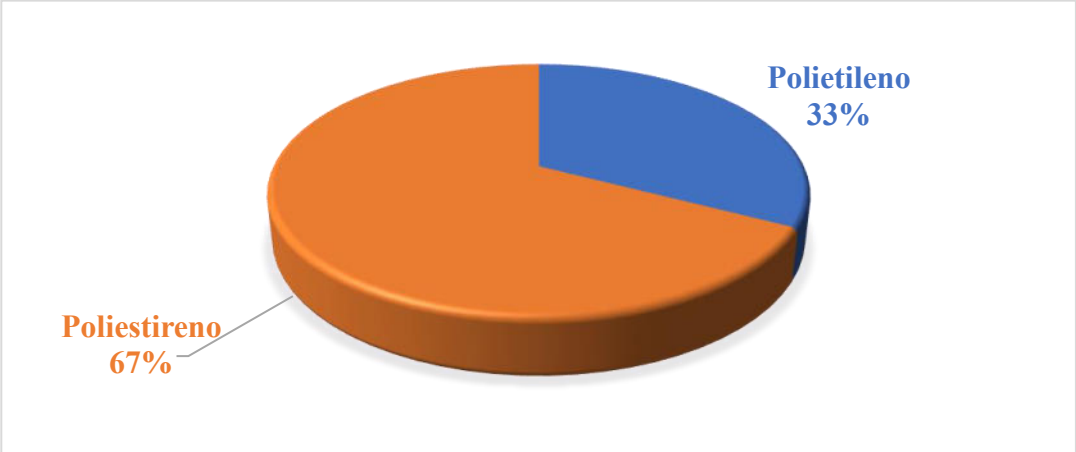
Tabla 11

Polímero identificado en las muestras de sedimentos

Zona	Punto de muestra	Cantidad de MP's	Polietileno	Poliéster
Zona Alta	ROsmore - 01	7	2	5
	ROsmore - 02	6	4	2
	ROsmore - 03	8	1	7
	ROsmore - 04	4	1	3
	ROsmore - 05	2	1	1
	Subtotal	**27**	**9**	**18**
Zona Baja	ROsmore - 06	4	2	2
	ROsmore - 07	4	2	2
	ROsmore - 08	3	0	3
	ROsmore - 09	3	0	3
	ROsmore - 10	8	3	5
	Subtotal	**22**	**7**	**15**
	Total	**49**	**16**	**33**

Figura 30

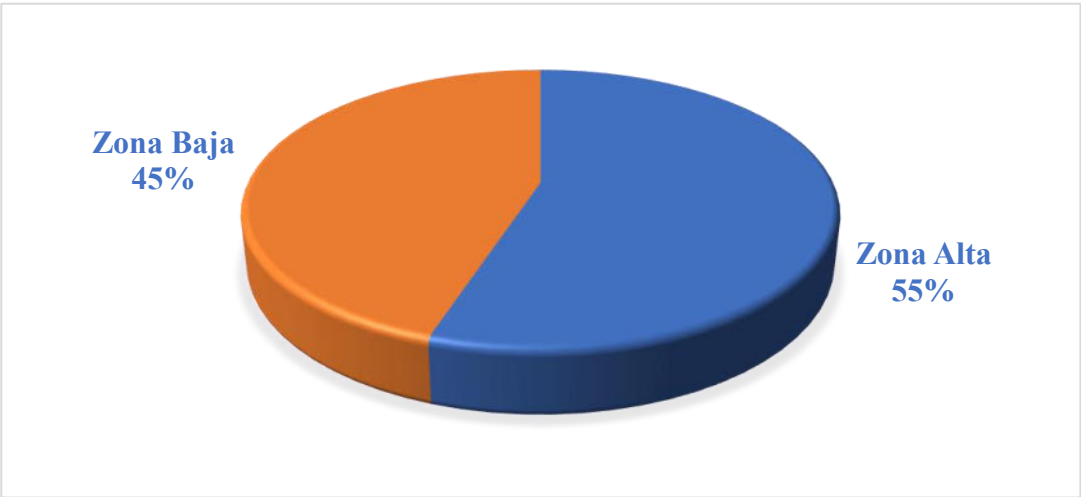
Porcentaje de polímeros identificados



En la zona alta del Río Osmore se ha identificado 09 polímeros tipo polietileno y 18 tipo poliéster, siendo un total de 27 microplásticos identificados en esta zona equivalente al 55%; mientras que en la zona baja se ha encontrado 7 polímeros tipo polietileno y 15 tipo poliéster, siendo un total de 22 microplásticos identificados en esta zona equivalente al 45%.

Figura 31

Comparación de microplásticos identificados según zona



Los espectros FTIR-ATR se obtuvieron del laboratorio Sistemas de Servicios y Análisis Químico (SLAB), utilizaron un Espectrofotómetro Infrarrojo – Perkin Elmer.

En las figuras del **Anexo 8**, se reporta los espectros de todas las muestras analizadas, del cual la curva naranja corresponde al espectro de la biblioteca del equipo o referencia del patrón del microplástico y la curva azul representa la curva obtenida según la muestra.

4.1.1.4. Concentración de microplásticos

Teniendo los datos de peso de microplástico y siguiendo la fórmula para determinar concentración obtenemos

Tabla 12

Concentración de Microplasticos

		Peso de microplástico (mg)	**Concentración de microplástico (mg/kg)**
Zona Alta	ROsmore - 01	1.20	0.80
	ROsmore - 02	0.61	0.41
	ROsmore - 03	1.10	0.73
	ROsmore - 04	0.70	0.47
	ROsmore - 05	0.21	0.14
Zona Baja	ROsmore - 06	0.61	0.41
	ROsmore - 07	0.70	0.47
	ROsmore - 08	0.90	0.60
	ROsmore - 09	0.60	0.40
	ROsmore - 10	1.00	0.67

4.1.2. Relación entre concentración y ubicación geográfica de microplásticos en el Río Osmore

Para determinar la relación entre concentración y distribución de microplásticos identificados en cada zona del Río Osmore se realizó la correlación de Pearson; y como referencia contamos distancia a carretera, distancia a sector poblado y distancia a sector agrícola obteniendo los siguientes datos.

- **Resultados en Zona Alta**

Tabla 13

Distancia desde el punto de muestreo con respecto a su ubicación geográfica correspondiente a la "Zona Alta".

		Concentración de microplásticos (mg/)	**Distancia a carretera (m)**	**Distancia a población (m)**	**Distancia a sector agrícola (m)**
ZONA ALTA	ROsmore-01	0.80	290	5751	93
	Rosmore-02	0.41	358	4957	117
	ROsmore-03	0.73	473	4286	99
	ROsmore-04	0.47	490	3794	79
	ROsmore-05	0.14	382	3555	171

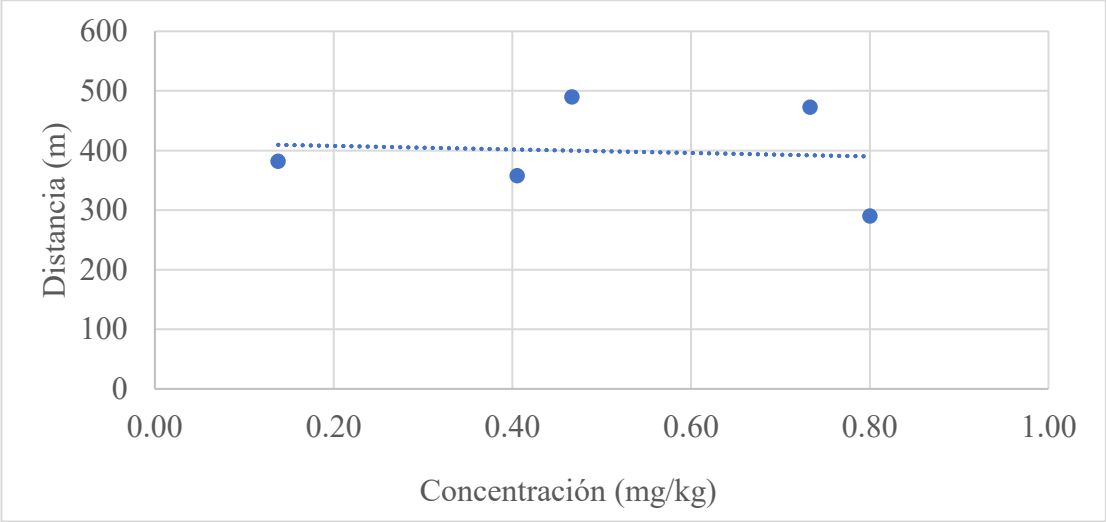
El cual como resultado según fórmula de coeficiente de correlación de Pearson obtenemos valor de r en cada caso:

Distancia a carretera (m)	**Distancia a población (m)**	**Distancia a sector agrícola (m)**
-0.094825992	0.678806337	-0.770497757

En la **Figura 32** se observa la tendencia de la relación entre concentración de microplástico con la distancia a la carretera principal que se encuentra en el lugar

Figura 32

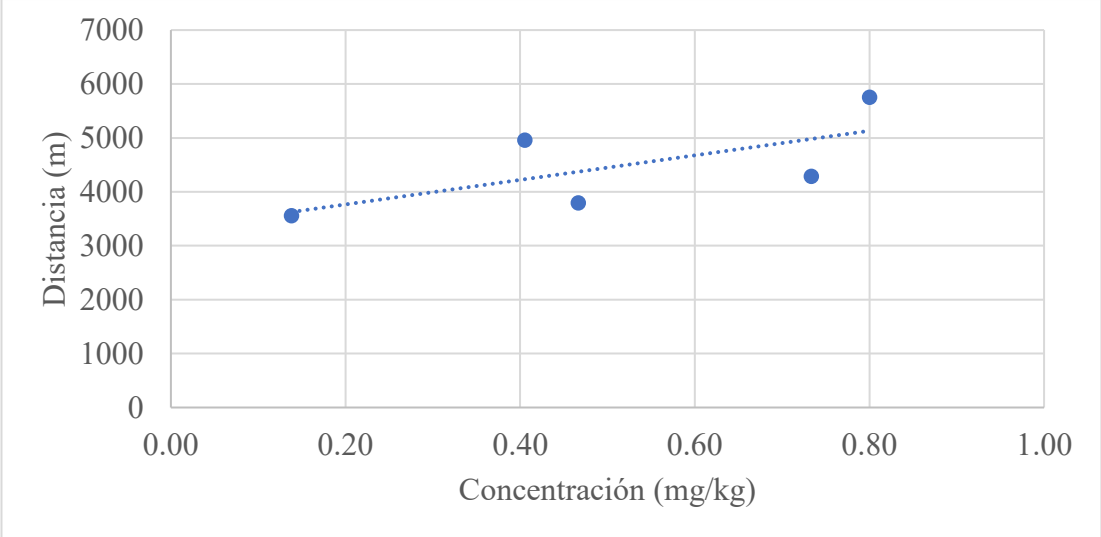
Diagrama de dispersión de la concentración de microplásticos y distancia a la carretera según valores de la Zona Alta del Río Osmore



En la **Figura 33** se observa la tendencia de la relación entre concentración de microplástico con la distancia al sector más cercano poblado.

Figura 33

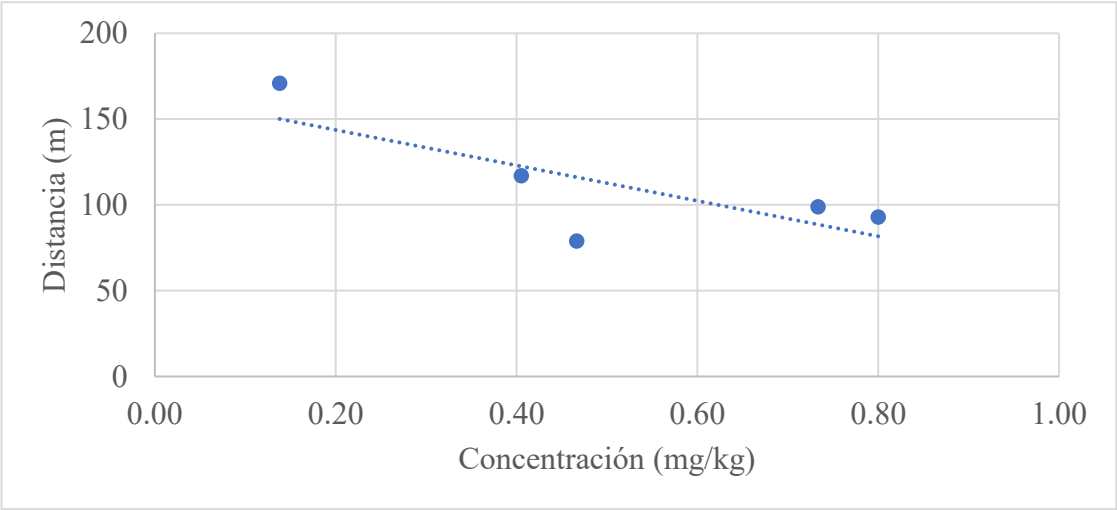
Diagrama de dispersión de la concentración de microplásticos y distancia al sector poblado según valores de la Zona Alta del Río Osmore.



En la **Figura 34** se observa la tendencia de la relación entre concentración de microplástico con la distancia al sector agrícola más cercano.

Figura 34

Diagrama de dispersión de la concentración de microplásticos y distancia al sector agrícola según valores de la Zona Alta del Río Osmore.



- **Resultado en la Zona Baja**

Tabla 14

Distancia desde el punto de muestreo con respecto a su ubicación geográfica correspondiente a la "Zona Baja".

		Concentración de microplásticos (mg/)	Distancia a carretera (m)	Distancia a población (m)	Distancia a sector agrícola (m)
ZONA BAJA	ROsmore-06	0.41	204	1895	184
	ROsmore-07	0.47	161	506	275
	ROsmore-08	0.60	62	490	77
	ROsmore-09	0.40	106	81	305

ROsmore-10	0.67	65	78	286

El cual como resultado según fórmula de coeficiente de correlación de Pearson obtenemos valor de r en cada caso:

Distancia a carretera (m)	**Distancia a población (m)**	**Distancia a sector agrícola (m)**
-0.768609413	-0. 460827623	-0.22554951

En la **Figura 35** se observa la tendencia de la relación entre concentración de microplástico con la distancia a la carretera principal que se encuentra en el lugar

Figura 35

Diagrama de dispersión de la concentración de microplásticos y distancia a la carretera según valores de la Zona Baja del Río Osmore.

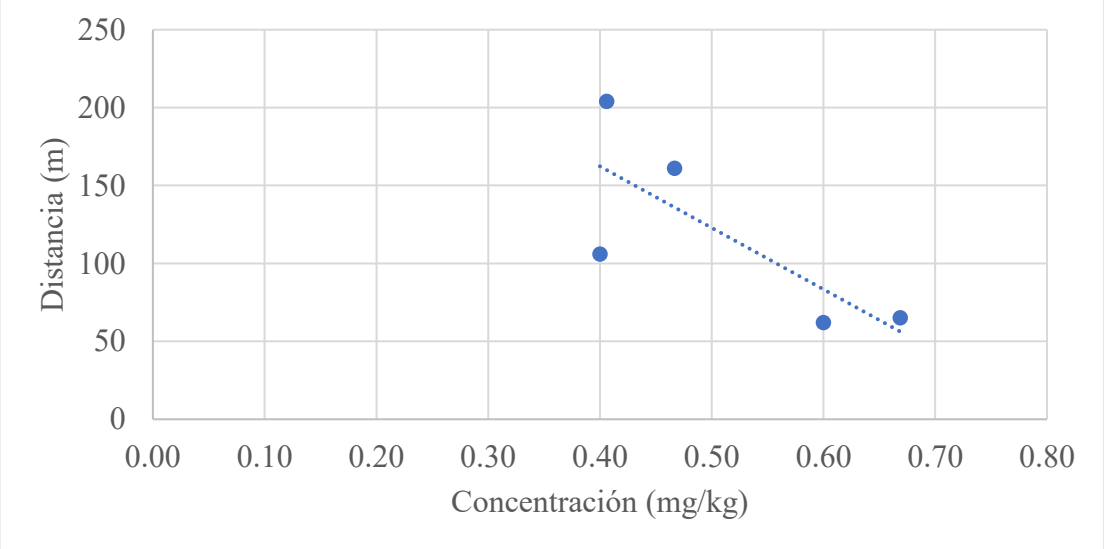


Figura 36

Diagrama de dispersión de la concentración de microplásticos y distancia al sector poblado según valores de la Zona Baja del Río Osmore

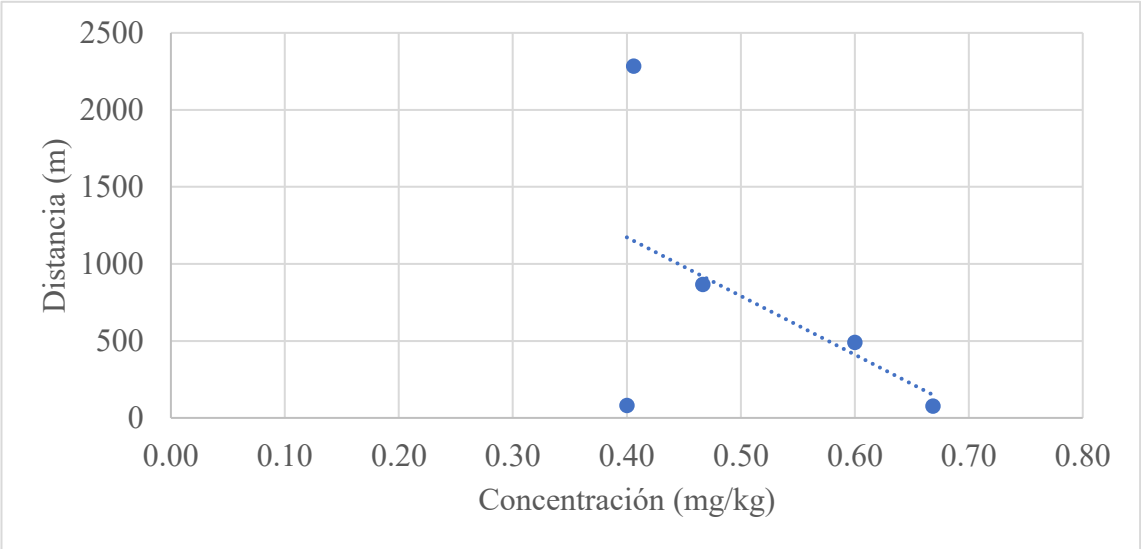
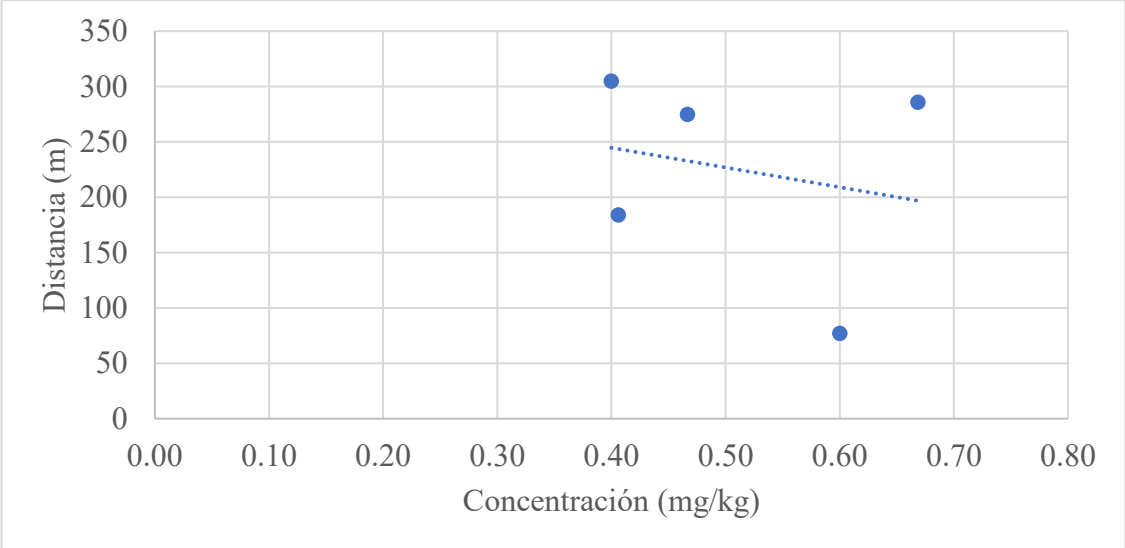


Figura 37

Diagrama de dispersión de la concentración de microplásticos y distancia al sector agrícola según valores de la Zona Baja del Río Osmore



Para poder realizar la comparación entre las concentraciones de la zona baja y zona alta del Río Osmore se utilizó la Prueba de Cochran en el programa R-Studio

Los datos utilizados fueron las concentraciones de microplástico obtenidas de la zona baja y alta.

Zona Alta (a) - 0.8, 0.41, 0.73, 0.47, 0.14

Zona Baja(b) - 0.41, 0.47, 0.6, 0.4, 0.67

Como se observa en la **Figura 38** en el programa Rstudio se realizó la programación para realizar el Test de Cochran con los datos obtenidos de concentración de microplásticos bajo la premisa de:

H_o : varianzas iguales

H_1 : varianzas no iguales

Figura 38

Programación en Rstudio de concentraciones de microplástico en la zona baja y alta del Río Osmore

```
1  #Test de Cochran
2  #H0: Varianzas iguales
3  #H1: Varianzas no iguales
4  library(PMCMRplus)
5  grupo <- factor(c(1,1,1,1,1,2,2,2,2,2))
6  datos <- c(0.8,0.41,0.73,0.47,0.14,0.41,0.47,0.6,0.4,0.67)
7  cochranTest(datos ~ grupo)
8
9
10
```

En la *fila 5* se determinó los grupos a analizar, por ello el factor es “c”, que indica al grupo que analizará 02 grupos de variables.

En la **Figura 39**, se observa los resultados obtenidos al ejecutar el test en el programa.

Figura 39

Resultado de Test de Cochran en Rstudio.

```
> #Test de Cochran
> #H0: Varianzas iguales
> #H1: Varianzas no iguales
> library(PMCMRplus)
> grupo <- factor(c(1,1,1,1,1,2,2,2,2,2))
> datos <- c(0.8,0.41,0.73,0.47,0.14,0.41,0.47,0.6,0.4,0.67)
> cochranTest(datos ~ grupo)

        Cochran test for outlying variance

data:  datos by grupo
C = 0.83038, k = 2, n = 5, p-value = 0.1531
alternative hypothesis: greater
sample estimates:
  group     var
1.00000 0.07025
```

Donde:

C : estadístico de prueba

K : número de grupos evaluados

n : cantidad de variables a evaluar

Los resultados obtenidos fueron que el estadístico de prueba es 0.83038y el p-value 0.1531.

Según el criterio estadístico si C < Ct. no se rechaza H_o (hipótesis nula), como se observa 0.83038 es menor a 0.9057 (dato obtenido a través de tabla de nivel de significancia $\alpha = 0.05$)

Figura 40

Nivel de significancia α = 0.05

	v_x													
k	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	16	36	144	∞
2	0.9985	0.9750	0.9392	0.9057	0.8772	0.8534	0.8332	0.8159	0.8010	0.7880	0.7341	0.6602	0.5813	0.5000
3	0.9669	0.8709	0.7977	0.7457	0.7071	0.6771	0.6530	0.6333	0.6167	0.6025	0.5466	0.4748	0.4031	0.3333
4	0.9065	0.7679	0.6841	0.6287	0.5895	0.5598	0.5365	0.5175	0.5017	0.4884	0.4366	0.3720	0.3093	0.2500
5	0.8412	0.6838	0.5981	0.5441	0.6065	0.4783	0.4564	0.4387	0.4241	0.4118	0.3645	0.3066	0.2513	0.2000
6	0.7808	0.6161	0.5321	0.4803	0.4447	0.4184	0.3980	0.3817	0.3682	0.3568	0.3135	0.2612	0.2119	0.1667
7	0.7271	0.5612	0.4800	0.4307	0.3974	0.3726	0.3535	0.3384	0.3259	0.3154	0.2756	0.2278	0.1833	0.1429
8	0.6798	0.5157	0.4377	0.3910	0.3595	0.3362	0.3185	0.3043	0.2926	0.2829	0.2462	0.2022	0.1616	0.1250
9	0.6385	0.4775	0.4027	0.3584	0.3286	0.3067	0.2901	0.2768	0.2659	0.2568	0.2226	0.1820	0.1446	0.1111
10	0.6020	0.4450	0.3733	0.3311	0.3029	0.2823	0.2666	0.2541	0.2439	0.2353	0.2032	0.1655	0.1308	0.1000
12	0.5410	0.3924	0.3264	0.2880	0.2624	0.2439	0.2299	0.2187	0.2098	0.2020	0.1737	0.1403	0.1100	0.0833
15	0.4709	0.3346	0.2758	0.2419	0.2195	0.2034	0.1911	0.1815	0.1736	0.1671	0.1429	0.1144	0.0889	0.0667
20	0.3894	0.2705	0.2205	0.1921	0.1735	0.1602	0.1501	0.1422	0.1357	0.1303	0.1108	0.0879	0.0675	0.0500
24	0.3434	0.2354	0.1907	0.1656	0.1493	0.1374	0.1286	0.1216	0.1160	0.1113	0.0942	0.0743	0.0567	0.0417
30	0.2929	0.1980	0.1593	0.1377	0.1237	0.1137	0.1061	0.1002	0.0958	0.0921	0.0771	0.0604	0.0457	0.0333
40	0.2370	0.1576	0.1259	0.1082	0.0968	0.0887	0.0827	0.0780	0.0745	0.0713	0.0595	0.0462	0.0347	0.0250
60	0.1737	0.1131	0.0895	0.0765	0.0682	0.0623	0.0583	0.0552	0.0520	0.0497	0.0411	0.0316	0.0234	0.0167
120	0.0998	0.0632	0.0495	0.0419	0.0371	0.0337	0.0312	0.0292	0.0279	0.0266	0.0218	0.0165	0.0120	0.0083
∞	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Nota: Para determinar el valor se considera la intersección entre V= n-1 y k. Tomado de Kanji, 1993

Por ende, no se rechaza H_o, por lo tanto, al 5% de significancia las varianzas son iguales.

Según el criterio p-valor, si p > x no se rechaza H_o, los valores obtenidos fueron 0.1531 > 0.05, es decir al 5% de significancia las varianzas son iguales.

4.2. Discusión

La presente tesis presenta registro de microplásticos presentes en los sedimentos del Río Osmore que se encuentra en la provincia de Ilo, formando parte de la Cuenca Moquegua-Ilo.

Los resultados obtenidos demuestran la presencia de polímeros de diferentes tipo, color y tamaño presente en sedimentos. Existen estudios sobre MP's en columnas de agua, en su mayoría de ambientes marino, mientras que en agua dulce son menores y menos frecuente (Soledad, 2021), dado esto se observa una escasez de datos sobre MP's y su concentración en los ríos (Castañeda, 2020). La zona de estudio se encuentra expuesta diferentes factores relacionados a la actividad antropogénica como la actividad agrícola (Huanaco, 2019) y la actividad turística/recreativa que genera residuos plásticos (Manrique, 2019) en las laderas del río.

Al realizar la comparación de la composición de microplásticos en dos zonas diferentes de un río se observa que el comportamiento de concentración de microplásticos aumenta conforma se llega a la zona baja o zona próxima al mar (Huanaco, 2019), así como en algunos puntos de monitoreo en el trayecto del río puede no encontrarse microplásticos, pero al llegar al punto próximo a la desembocadura del mar la cantidad de microplásticos asciende de manera numérica (Manrique, 2019), siendo el caso de esta investigación.

4.2.1. Caracterización de microplásticos en sedimentos

a. Caracterización física de microplásticos

- **Color**

  En la presente investigación se identificó 49 microplásticos de los cuales se observó 16 microplásticos de color rojo que represente el color mayor registrado con un 32.7% del total, seguido por 9 microplásticos color fucsia que representa el 18.4%, 7 microplásticos de color azul y naranja que representa el 14.3% para cada color, en valores menores se observó el color transparente, amaril18o y marrón que representan el 20% del total.

(Soledad, 2021), reporto el color azul, rojo, transparente y negro con 34%, 14%, 15% y 15%, respectivamente, en su estudio de microplásticos en sedimento intermareal del Río de la Plata, dentro de otro grupo muestreado el color azul y rojo representaron el 21.9% y 19.5%, respectivamente; concluyendo que el color azul fue dominante. Sánchez (2023), determino la presencia de colores como el negro (44.2 %), el transparente (19.2 %) y el azul (18.3 %), en menor porcentaje identifico los colores amarillo, verde, blanco y rojo; y (Manrique, 2019) reporto microplásticos de colores: 22.2 % como blanco, 16.7 % como rojo y 11.1 % como azul.

Así como reporta (Gago, 2018), el color azul suele ser más abundante en muestras de agua de mar y sedimentos, deduciendo su probabilidad debido a que es procedente de jeans, camisas, entre otros, así como de las redes y cuerdas utilizadas en la actividad de pesca (Dantas, 2012). Otro de los motivos de microplásticos color azul y rojo se debe a la presencia de fosfatos (Soledad, 2021) dado que se realiza actividad agrícola en sectores del área muestreada.

- **Tamaño**

Según (Kutralam, 2020) medir el tamaño de las partículas es importante porque determina el comportamiento del transporte y el destino de los microplásticos en un medio acuático. En la investigación se estableció el rango de microplásticos > 5 mm y < 5 mm, dado que la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA) utiliza el parámetro de < 5 mm para clasificar microplásticos. Los MP's comprenden partículas con tamaños entre lo 5mm a los 0.0001 mm (1.0 micras) (Castillo, 2022), aunque los tamaños difieren por la longitud del fragmento que tiene forma irregular (Percca, 2021).

Los tamaños identificados a través del Software CellSens fueron en promedio de 500.51 µm en la zona alta y 381.70 µm en la Zona Baja. El máximo tamaño es 2359.64 µm y el mínimo tamaño es 39.35 µm. Se evidencio que la zona alta tiene el tamaño un rango

40 – 2500 µm (0.04 - 2.5 mm) entre fragmentos y fibras identificadas.

(Soledad, 2021) obtuvo resultados en cuanto al tamaño predominante de microplásticos que es entre 500 ≤ 1000 µm con respecto a los tipos hallados (fibras y fragmento)

(Manrique, 2019) menciona que en el río Danubio pueden tener un tamaño los microplásticos desde 0.5 mm (500 µm), en el río Rin y Meno de Alemania oscila el tamaño entre 63 µm - 5 mm, en el Río Antua de Portugal el rango de tamaño oscila entre 55 µm - 5 mm, y en el Río Jequetepeque encontró un total de 18 microplásticos con tamaños entre 500 µm – 1 mm.

Los datos explicados demuestran que los tamaños identificados guardan relación al tamaño de microplásticos encontrados en diferentes ríos.

- **Forma**

En la presente investigación se identificó 03 tipos de microplástico, fragmento con 31 microplásticos que representa el 70%, 10 fibras que representa el 23% y 03 películas con 7% del total.

De acuerdo con (Manrique, 2019) la forma de microplástico encontrado en sedimentos costeros del litoral y de estuarios en mayor cantidad fueron las fibras.

Además, encontró fragmentos y películas, lo que nos indica que provienen de la fragmentación de plásticos más grandes dado que este tipo viene de microplástico secundarios. (Huanaco, 2019) identificó 38 MP’s de tipo fragmento que representan 39.2%; 32 MP’s de tipo película que representan 33 %; 20 MP’s de tipo fibra que representan 20.6%; y 7 MP’s de tipo esférulas que representan 7.2%. Finalmente (Soledad, 2019) identificó en muestras de la columna de agua fragmentos, fibras, pellets y películas.

En la revista Ciencia indica que las fibras pueden originarse a partir de efluentes domésticos, rotura de redes y líneas de pesca; las películas pueden provenir de la fragmentación de envoltorios y

bolsas de plástico más grandes (Acosta, 2022), y los fragmentos podrían tener mayores concentraciones debido a la degradación de cubiertos desechables y bolsas plásticas, así como de recipientes plásticos o materiales de embalaje (Álvarez, 2020).

Lo previamente mencionada guarda relación con los avistamientos durante el trayecto del Río Osmore, dado que se ha observado envoltorio, botellas plásticas, envases de medicamente, recipientes rotos y bolsas plásticos de diferente modelo.

b. Peso de microplásticos

En la presente investigación se identificó que el peso de microplástico varía y los puntos ROmosre - 01, ROsmore - 03 y ROsmore - 10 cuenta con un peso de 1.2 mg, 1.1 mg y 1.0 mg respectivamente; en estudios realizados en río con mayor contaminación y más extensos se determinó muestras de 123 mg, 60 mg, 80 mg y 1 500mg (Rodas, 2021), asi mismo en especies ictias que se encontró microplásticos, el rango de peso oscila entre 30.1 mg y 65.4 mg o incluso un rango entre 8.1 m (Davila, 2021). El peso de microplásticos varía según la cantidad encontrada, además el peso obtenido en la presente investigación es inferior por la diferencia en cuanto al nivel de presencia de la actividad antropogénica y según las zonas urbanas cercanas (Lozada, 2021), en el caso de la investigación de especies ictias se debe a que la especie estudiada acumulo en su sistema los microplásticos.

c. Caracterización química de microplásticos

Para la identificación de los polímeros se realizó con la técnica espectroscopia FTIR-ATR, usando el equipo espectrofotómetro Perkin-Elmer. La técnica de la espectroscopia FTIR se emplea con mayor anterioridad y su patrón de bandas es característica para cada tipo de polímero, además se emplea la reflectancia total atenuada (ATR), ya que este análisis analiza ondas desde 0.6 micras (Manrique, 2019), además la imagen óptica generada permite delimitar un área de estudio

y se usa a la radiación del infrarrojo medio (2.5 a 15 µm/ 4000 a 650 cm-1) para detectar los movimientos vibracionales de los grupos moleculares presentes en las muestras (Diana, 2021).

En la presente investigación se ha identificado 02 polímeros en los sedimentos del Río Osmore, de los cuales Poliéster representa el 67% del total y Polietileno con 33% del total; el poliéster no se encuentra como parte de la presente investigación sin embargo es el polímero con mayor representatividad.

Huamán (2019), realizó en análisis a través de FTIR y en los sedimentos identifico polímeros como PP, PS, PET, en el cual el polímero con mayor representatividad fue PS con 24.2%. (Sánchez-Guerrero, 2023) identificó 16 tipo de polímeros, en el cual el polímero más abundante fue el politetrafluoroetileno (PTFE) con un 29.1 % de presencia, seguido de rayón (celulosa 22 regenerada) 25.3 %, poliéster 12.7 %, polipropileno (PP) 6.3 % y el poliestireno (PS) 3.8 %. También se encontraron, en menor medida fibras acrílicas, poliamidas, PVF, poliacrilamidas y polietileno (PE). (Soledad, 2019) identifico polímeros como Polietileno y polipropileno en mayor cantidad y en menor cantidad poliéster. Estos estudios comprueban que tanto como Polietileno y Poliéster pueden encontrarse en el agua de río y sus sedimentos

4.2.2. Concentración de microplásticos

La concentración de microplásticos varía entre cada punto del Río Osmore. Los resultados obtenidos indican una variación entre los dos grupos de muestras siendo que en el primer grupo no se detectó microplásticos en 06 puntos, lo que no indica su inexistencia porque solo se realizó un muestreo (Manrique, 2019); sin embargo, en el segundo grupo se identificó en todos los puntos microplásticos, pero con una variación entre sus concentraciones. La concentración de microplásticos en sedimentos se debe a factores como la acción del clima, que promueve la oxidación en su proceso de degradación; por ello la distribución de microplásticos en el sedimento es desigual, dado que depende de la influencia de factores ambientales,

como los vientos y corrientes (Acosta, 2022), además influye las actividades antropogénicas realizadas (Manrique, 2019).

Según los resultados el punto ROsmore - 01 tiene mayor concentración con 0.8 mg/kg seguido del punto ROsmore - 03 con 0.73 mg/kg y el punto ROsmore - 10 con 0.67 mg/kg; el punto ROsmore - 05 tiene menor peso con 0.14 mg/kg de microplásticos. Siguiendo la información obtenida a través del estudio en los puntos con mayor concentración de microplásticos se observó cerca de ROsmore - 01 presencia de personal que se encuentra laborando en la Bocatoma de Ilo así como vehículos cerca del punto muestreado, en el punto ROsmore - 03 se observó actividad agrícola y de pesca, y el punto ROsmore - 10 se encuentra ubicado cerca a desembocadura del río además de que se encuentra dentro de zona urbana y de recreación al haber discotecas y puntos de venta de alimentos. El punto ROsmore - 05 se encuentra alejado de la viviendas y haciendas ubicadas dentro del valle, tampoco se visualizó en el perímetro colindante residuos plásticos, como si se observó en los puntos de mayor concentración de microplásticos, los residuos plásticos en el cauce del río se consideran una de las causas principales para la presencia de microplásticos en determinados puntos (Huanaco, 2019).

4.2.3. Relación entre concentración y ubicación geográfica de microplásticos

Para determinar la relación entre concentración y ubicación geográfica de microplásticos se realizó el Coeficiente de Correlación de Pearson que es un índice que mide grado de variación en diferentes variables relacionadas de forma lineal (Lalinde, 2018) es decir que comparten información o variabilidad.

La correlación de variables puede variar entre +1 y -1, con una gran escala de interpretaciones (Salvador, 2010). En el análisis realizado se consideró medir distancia de fuentes de origen antropogénico (Cáceres, 2023) que influyen en la presencia de microplásticos, siendo el caso en el Río Osmore hay la presencia de una vía principal o carretera, en ambas zonas estudiadas hay un sector poblado próximo y un sector agrícola, se considera también el sector agrícola a estudiar, porque según (Soledad, 2021). la presencia de microplásticos color rojo puede deberse a la presencia de fosfatos que son utilizados en la agricultura.

En cuanto a la relación entre concentración de microplástico y la distancia a una carretera, de los puntos muestreados en la Zona Alta, r= -0.095, esto nos indica que tiene un grado de correlación negativa débil (Fiallos, 2021), lo cual nos sugiere que si la distancia de a la carretera aumento, la concentración de microplásticos tiene una tendencia a disminuir, sin embargo, al ser una correlación débil nos sugiere que la distancia de la carretera no influye en la concentración de microplásticos presente. En cuanto a la Zona Baja, r= -0.77, esto nos indica que tiene un grado de correlación negativa fuerte (Fiallos, 2021), lo cual nos sugiere que la presencia de microplásticos disminuye si aumenta la distancia a la carretera; por ello, se puede evidenciar la influencia del tránsito en la zona baja que genera la presencia de microplásticos.

En cuanto a la relación entre concentración de microplástico y la distancia a un sector poblado próximo, de los puntos muestreados en la Zona Alta, r= 0.68, esto nos indica que tiene un grado de correlación positiva moderada Fiallos, 2021), lo cual nos sugiere que la concentración de microplásticos puede aumentar a medida que el sector poblado este a menor distancia, lo cual nos indica que hay una influencia por las actividades humanas que generan la presencia de microplásticos en el área. En cuanto a la Zona Baja, r= -0.50, esto nos indica que tiene un grado de correlación negativa moderada (Fiallos, 2021), lo cual nos sugiere que la concentración de microplásticos puede disminuir a medida que la distancia al sector poblado aumente, lo cual nos indica que hay una influencia por las actividades humanas que generan la presencia de microplásticos en el área. Siendo que varios estudios reportan que es importante tener en cuenta la distancia a una zona urbana para determinar la cantidad de microplásticos (Gonzales, 2019) debido a la disposición de residuos urbanos e industriales (Acosta, 2022).

En cuanto a la relación entre concentración de microplástico y la distancia a un sector agrícola próximo, de los puntos muestreados en la Zona Alta, r= -0.77, esto nos indica que tiene un grado de correlación negativa fuerte (Fiallos, 2021), lo cual nos sugiere que la concentración de microplásticos tiende a disminuir al aumentar la distancia a un sector agrícola, y, en la Zona Baja, r = -0.23, esto nos indica que tiene un grado de correlación negativa débil (Fiallos, 2021), lo cual nos sugiere que la concentración de microplásticos tiende a disminuir de manera

mínima al aumentar la distancia a un sector agrícola; sin embargo considerando que el valor está más cerca al valor 0 se puede interpretar que las actividades agrícolas en esta zona no influye en la presencia de microplásticos. Lo cual nos deja evidenciar que hay una influencia por parte de las actividades agrícolas que generan la presencia de microplásticos en el área, esto a su vez podría indicar que la presencia de microplásticos color rojo puede ser por la presencia de fosfatos utilizados en la agricultura (Soledad, 2021); además los microplásticos tienden a acumularse en zonas con concentraciones de materia orgánica (Cáceres, 2023).

De los resultados obtenidos en la prueba de Cochran que prueba la hipótesis de que variables tienen el mismo promedio (Gómez, 2003), en este caso se determinó si las concentraciones de microplástico entre la zona baja y alta guardan similitud.

En el estadístico de prueba resulto 0.83 y p-value 0.15, siguiendo el criterio estadístico C<Ct no se rechaza Ho ya que 0.83<0.91 (valor de tabla); así como cuando p-value > x no se rechaza Ho, en la investigación p resulto 0.15 > 0.05, es decir al 5% de significancia las varianzas son iguales; es decir hay similitud entre concentraciones de microplásticos de la zona alta y baja del Río Osmore.

Es posible que no haya relación entre su ubicación y las concentraciones identificadas en la presente investigación dado en su distribución a lo largo de un río los MP's pueden ser irregulares e inesperados (Castañeda, 2020); además la acumulación de MP's llega a ser proporcional al tiempo y relativa según la modernidad, e influencia de actividades antropogénicas (Manrique, 2019) que se realizan cerca de la zona estudiada así como de la disposición de residuos sólidos (Huanaco, 2019); en los puntos con mayor concentración en la zona alta hay cercanía a personas realizando actividad agrícola y de pesca, y en la zona baja los puntos se acercan a la zona urbana de la provincia, esto también nos explica la similitud ya que hay actividad antropogénica constante.

V. Conclusiones

La caracterización de microplásticos se realizó de forma física y química; la determinación física se realizó de acuerdo a su color, tamaño y forma; las formas identificadas en sedimentos del Río Osmore son fragmento, fibra y película; por otro lado, los colores identificados fueron rojo, fucsia, azul y naranja, transparente, amarillo y marrón; en cuanto al tamaño el rango oscila entre 0.04 mm a 2.5 mm; y el peso de los microplásticos identificados varía entre 0.2mg y 1.2 mg. Se identificó 49 polímeros, los cuales el Espectro FTIR-ATR determino se agrupaban entre Poliéster y Polietileno, en la Zona Alta con un 55% y Zona Baja con 45%. La concentración de microplásticos identificados en los sedimentos de la Zona Alta y Baja del Río Osmore varían, siendo en la Zona Alta donde hay más puntos con concentraciones mayores. En la Zona Alta no influye en la concentración de microplásticos; la distancia a una carretera, por el contrario, la proximidad a un sector poblado y un sector agrícola influye en la concentración; caso contrario en la Zona Baja, en el cual la proximidad a una carretera y al sector poblado influye en la concentración de microplásticos, pero la proximidad a un sector agrícola no influye. En los puntos de la Zona Alta se identificó personas que se dedican a la agricultura y a la pesca además de encontrar residuos plásticos como botellas y bolsas plásticas en la Zona Alta, mientras que en la Zona Baja la variación depende de su cercanía a la zona urbana y la accesibilidad al río.

VI. Recomendaciones

Se recomienda realizar un estudio más detallado tanto en los sedimentos y agua superficial del Río Osmore. Además, incluir puntos de muestreo en la desembocadura del Río Osmore y en el punto de captación de agua de la EPS-Ilo.

Se recomienda realizar una evaluación de presencia de microplásticos en sedimentos en época de venida, para asi contrastar los resultados obtenidos en época de estiaje.

Se recomienda monitorear de manera continua la contaminación de microplásticos e identificar las fuentes de contaminación e implementar medidas de mitigación realizando prácticas de gestión de residuos sólidos, programas de concientización pública y proyectos de restauración ambiental.

Se recomiendo tomar puntos agua arriba a partir desde el Departamento de Moquegua que es donde inicia el Rio Osmore para considerar si existe un incremento a lo largo de la cuenca.

VII. Referencias

Abel, P. (2018). *Transporte de sedimentos y morfodinámica de ríos aluviales*. Universidad Nacional de Rosario. Www.unreditora.edu.ar.

Acosta González y Valeria Carrillo Rosales Adán Caballero Vázquez, D. J. (2022). Microplásticos en agua y en organismos. *Ciencia*, *73*. https://www.revistaciencia.amc.edu.

Alta C. y Loera Amaya (2002). Selección y establecimiento de especies forestales de acuerdo al régimen pluviométrico de Loma Alta. Ciclo Hidrológico – Repositorio, UAAAN. https://www.unu.edu.pe/.

Bayo F. (2022). Impactos ambientales de los microplásticos en medio marino. *Microplásticos en sedimentos costeros y marinos del litoral de la región de murcia y en dorada (sparius aurata) como especie de interés comercial*. 40-41. http://hdl.handle.net/10317/12361.

Bonett y Instituto Nacional de Estadística e Informática (2022). Industria del Plástico en el Perú. https://www.inei.gob.pe/.

Cáceres (2023) Concentraciones y composición de microplásticos en sedimentos estuarinos de la región del Biobío. *Concepción*. 41-42. http://repositorio.udec.cl/.

Calvo y Morales (2020). Detección y caracterización por tamaños de micro y nanoplásticos en muestras de interés ambiental. *Definición de micro- y nanoplásticos.* 1-2. https://zaguan.unizar.es/.

Canchari y Oliver (2022). Microplasticos en sedimentos de canales de riego en el centro poblado de madeán, distrito de madeán, provincia de yauyos, región lima, perú. *The Biologist*, *20*(1), 85–92. https://doi.org/10.24039/rtb20222011318.

Costa Redondo, L. C., Vasco Echeverri, Óscar ., y Galindo Montero , A. (2022). Una mirada hacia los contaminantes emergentes “microplásticos” en Colombia. *Encuentro Internacional De Educación En Ingeniería*. https://doi.org/10.26507/paper.2509.

Castañeda, Gutiérrez, Nacaratte y Manzano, (2020). Microplásticos: 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*, 160–175.

Castillo y Alvarado (2022). Evaluación de la contaminación de los microplásticos en las juntas de agua de los cantones: Girón, Santa Isabel, Camilo Ponce Enriquez, Narón, Oña, Pucará y San Fernando. http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/22951.

Chinfak, Sompongchaiyakul, Charoenpong, Shi, Yeemin, y Zhang, (2021). Abundance, composition, and fate of microplastics in water, sediment, and shellfish in the Tapi-Phumduang River system and Bandon Bay, Thailand. *Science of The Total Environment*, *781*, 146700. https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2021.146700.

Choong, W. S., Hadibarata, T., Yuniarto, A., Tang, K. H. D., Abdullah, F., Syafrudin, M., Farraj, y Al-Mohaimeed, (2021). Characterization of microplastics in the water and sediment of Baram River estuary, Borneo Island. *Marine Pollution Bulletin*, *172*, 112880. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112880.

Collantes, Leyva, Mejía, y Ruíz, (2017). Planeamiento Estratégico de la Industria Peruana del Plástico. *PUCP.* http://hdl.handle.net/20.500.12404/9037.

Conesa Ferrer, J. A. (1996). Estudio de la pirólisis de residuos plásticos de polietileno y neumáticos usados. *Alicante*. 30-37. https://rua.ua.es/.

Dantas, D. V., Barletta, M., y da Costa, M. F. (2012). The seasonal and spatial patterns of ingestion of polyfilament nylon fragments by estuarine drums (Sciaenidae). *Environmental Science and Pollution Research*, *19*(2), 600–606. https://doi.org/10.1007/s11356-011-0579-0.

Débora, R. (2022). Microplásticos. *Detección y caracterización de microplásticos: Preocupación emergente en el ciclo integral del agua*. Universidad de Alicante.

Medrano, D., Thompson, R. C., y Aldridge, D. C. (2015). Microplastics in freshwater systems: A review of the emerging threats, identification of knowledge gaps and prioritisation of research needs. *Water Research*, *75*, 63–82. https://doi.org/10.1016/j.watres.2015.02.012.

Felipe, A., Patiño, M., Sanguino, P. A., Jaimes, C., Aura, V., Barrera Néstor, V., Sarmiento, M., Bohórquez, N., Andrey, T., César, N., Flórez, A., y Rivera, W. (2020). Polietileno de baja densidad LDPE. *Procesos de petroleo y petroquímica.* Universidad de Guayaquil. https://es.scribd.com/.

Fernanda, M., Saldías, E. G., y Gomà Martínez, J. (2019). Distribución y abundancia de microplásticos en cuencas. https://www.ub.edu/.

Ferreira, L., Viana, A., Loureiro Emanuelle, Oliveira, R., Carvalho, A., y Pinheiro, A. (2020). Poluição por resíduos sólidos e microplásticos em ambientes costeiros. *Avaliação, Diagnóstico e Solução de Problemas Ambientais e Sanitários*, 72–85. https://www.researchgate.net/.

Fiallos (2021) La Correlación de Pearson y el proceso de regresión por el Método de Mínimos Cuadrados. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, *5*(3), 2491–2509. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i3.466.

Frias, J. P. G. L., y Nash, R. (2019). Microplastics: Finding a consensus on the definition. *Marine Pollution Bulletin*, *138*, 145–147. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.11.022.

Fuentes, D. (2022). Determinación de la presencia de microplásticos (mps) en el agua residual de la planta de tratamiento de aguas residuales media luna, provincia de ilo-2020. https://repositorio.unam.edu.pe/handle/UNAM/300.

Gago, J., Carretero, O., Filgueiras, A. V., y Viñas, L. (2018). Synthetic microfibers in the marine environment: A review on their occurrence in seawater and sediments. *Marine Pollution Bulletin*, *127*, 365–376. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.11.070.

Gastañadui, C. (2023). "Análisis comparativo de la normativa sobre microplásticos en perú y erupo, en el periodo 2005-2020". https://orcid.org.

Giraldez Alvarez, Lisandro D., Braz De Jesus, Fernanda, Lacerda Costa, Ana P., Ferraz Bastos, Leticia E., Moura De Souza, Daniel A., y Gongalves da Silva, Douglas. (2020). Efectos de los microplásticos en el medio ambiente: Un macroproblema emergente. Revista de Ciencia y Tecnología, (33), 1-10. Recuperado en 13 de mayo de 2024, de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttextypid=S1851-75872020000100013ylng=esytlng=es.

Gómez, J. (2016). Diagnóstico del impacto del plástico-botellas sobre el medio ambiente. https://repository.usta.edu.co/.

He, B., Smith, M., Egodawatta, P., Ayoko, G. A., Rintoul, L., y Goonetilleke, A. (2021). Dispersal and transport of microplastics in river sediments. *Environmental Pollution*, *279*, 116884. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.116884.

Huanaco, R. (2019). Diagnóstico de la presencia de microplásticos en sedimentos laterales en la cuenca baja del río Rímac. PUCP. https://repositorio/handle/20.500.12404/19416.

Huang, D., Li, X., Ouyang, Z., Zhao, X., Wu, R., Zhang, C., Lin, C., Li, Y., y Guo, X. (2021). The occurrence and abundance of microplastics in surface water and sediment of the West River downstream, in the south of China. *Science of The Total Environment*, *756*, 143857. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143857.

Kanji, G. K. (1993). *100 Statistical Test*. Third Edition Sage Publications. https://www.researchgate.net/.

Kiss, T., Fórián, S., Szatmári, G., y Sipos, G. (2021). Spatial distribution of microplastics in the fluvial sediments of a transboundary river – A case study of the Tisza River in Central Europe. *Science of The Total Environment*, *785*, 147306. https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2021.147306.

Kutralam, G., Pérez-Guevara, F., Elizalde-Martínez, I., y Shruti, V. C. (2020). Review of current trends, advances and analytical challenges for microplastics contamination in Latin America. *Environmental Pollution*, *267*, 115463. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.115463.

León, D., Peñalver, P., Franco, E., Benfatti, E., Comes, L., Ciudad, C., Muñoz, M., Guemes, S., Fernando, A., Serrano, L., y Parrilla, R. (2020). Protocolo para la planificación, muestreo, análisis e identificación de microplásticos en ríos. https://proyectolibera.org/.

Lizano, M., y Pisconte, D. (2022). Bioindicadores para identificar la presencia de microplásticos en el mar. *Revisión sistemática*. Repositorio UCV. https://hdl.handle.net/20.500.12692/99399.

Lizcano, V. (2020). Análisis del tereftalato de polietileno (plástico pet) en Tuberías hidráulicas domésticas bajo diverso régimen de Flujo. (plástico pet). https://repositorio.cuc.edu.co/.

Lozada, H. J., & Romero, A. D. (2021). Estudio de las características de los microplásticos en las playas de arena del Perú. Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte. Repositorio de la Universidad Privada del Norte. https://hdl.handle.net/11537/28227.

Lozoyaa, J. P., Carranza, A., Lenzi, J., Machín, E., De Mello, F. T., González, S., Hernández, D., Lacerot, G., Martínez, G., Scarabino, F., Sciandro, J., Vélez-Rubio, G., Burgues, F., Carrizo, D., Cedrés, F., Chocca, J., De Álava, D., Jiménez, S., Leoni, V.; Weinstein, F. (2015). Management and research on plastic debris in Uruguayan Aquatic Systems: Update and perspectives. *En Journal of Integrated Coastal Zone Management* (Vol. 15, Número 3, pp. 377–393). APRH (Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos). https://doi.org/10.5894/rgci583.

Manrique, R. (2019). Microplásticos en sedimentos fluviales de la cuenca baja y desembocadura del río Jequetepeque. http://hdl.handle.net/20.500.12404/15030

Matos, F. L. D., Caixeta, D. S., Golin, R., Deluque, A. L., Morais, E. B. De, y Silva, J. B. Da. (2022). Evidência de microplásticos em águas subterrâneas do município de Cuiabá-MT/Brasil. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, *13*(2), 177–185. https://doi.org/10.6008/cbpc2179-6858.2022.002.0016.

Moisés, A., y Arias, E. (2020). La industria del plástico y su escenario al 2030 en el Perú. https://www.researchgate.net/.

Murphy, L., Germaine, K., Kakouli-Duarte, T., y Cleary, J. (2022). Assessment of microplastics in Irish river sediment. *Heliyon*, *8*(7). https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09853.

NOAA (2015). The National Ocean Service provides data, tools, and services that protect our ecosystems and enhance climate and economic resilience. *What are microplastics?* https://oceanservice.noaa.gov/facts/microplastics.html.

Ntengwe, F. W. (2006). Pollutant loads and water quality in streams of heavily populated and industrialised towns. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, *31*(15–16), 832–839. https://doi.org/10.1016/j.pce.2006.08.025.

Orbegozo, L. (2023). “El conocimiento y su relación en la actitud ecológica frente a la contaminación por plásticos en estudiantes de nivel secundario en el distrito de san martín de porres, lima - perú, 2021”. https://hdl.handle.net/20.500.12952/7539.

Percca, M. (2021). Caracterización físico-química de los microplásticos presentes en el guano de isla del área natural protegida punta de coles, ilo-moquegua 2019. https://repositorio.unam.edu.pe/handle/UNAM/294.

Purca, S., y Henostroza, A. (2017). Presencia de microplásticos en cuatro playas arenosas de Perú. *Revista Peruana de Biologia*, *24*(1), 101–106. https://doi.org/10.15381/rpb.v24i1.12724.

Roca, I. (2005). Estudio de las propiedades y aplicaciones industriales del Polietileno de alta densidad (PEAD). http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0639_Q.pdf.

Rodas, M., Linda, J., Valenzuela, Q., Junior, M., Alfaro, B., y Gonzales, E. (2021). Facultad de ingeniería y arquitectura escuela profesional de ingeniería ambiental. https://repositorio.ucv.edu.pe/.

Rodríguez, F., y Caro, A. B. (2015). Caracterización De Materiales Termoplásticos: Polipropileno. Universidad de Sevilla. https://biblus.us.es/.

Sanchez, M. (2023). Caracterización, cuantificación y análisis de la distribución espacial de microplásticos en el golfo de Cádiz. *Biologia*. http://hdl.handle.net/10498/29443.

Singh, B., y Sharma, N. (2008). Mechanistic implications of plastic degradation. *Polymer Degradation and Stability*, *93*(3), 561–584. Https://doi.org/10.1016/j.polymdegradstab.2007.11.008

Soledad, R. (2021). Estudio de microplástico en la columna de agua, sedimento intermareal y biota residente en la costa del estuario del Río de la Plata (Franja Costera Sur). *SEDICI*. http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/116621.

Thermofisher. (2018). FTIR Spectroscopy Academy.

U.S. Enviromental Protection Agency. (2014). Operating Procedure: Sediment Sampling. https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-06/documents/Sediment-Sampling.pdf.

Vásquez-Molano, D., Molina, A., y Duque, G. (2021). Spatial distribution and increase of microplastics over time in sediments of Buenaventura Bay, Colombian Pacific. *Boletin de Investigaciones Marinas y Costeras*, *50*(1), 27–42. https://doi.org/10.25268/bimc.invemar.2021.50.1.1021.

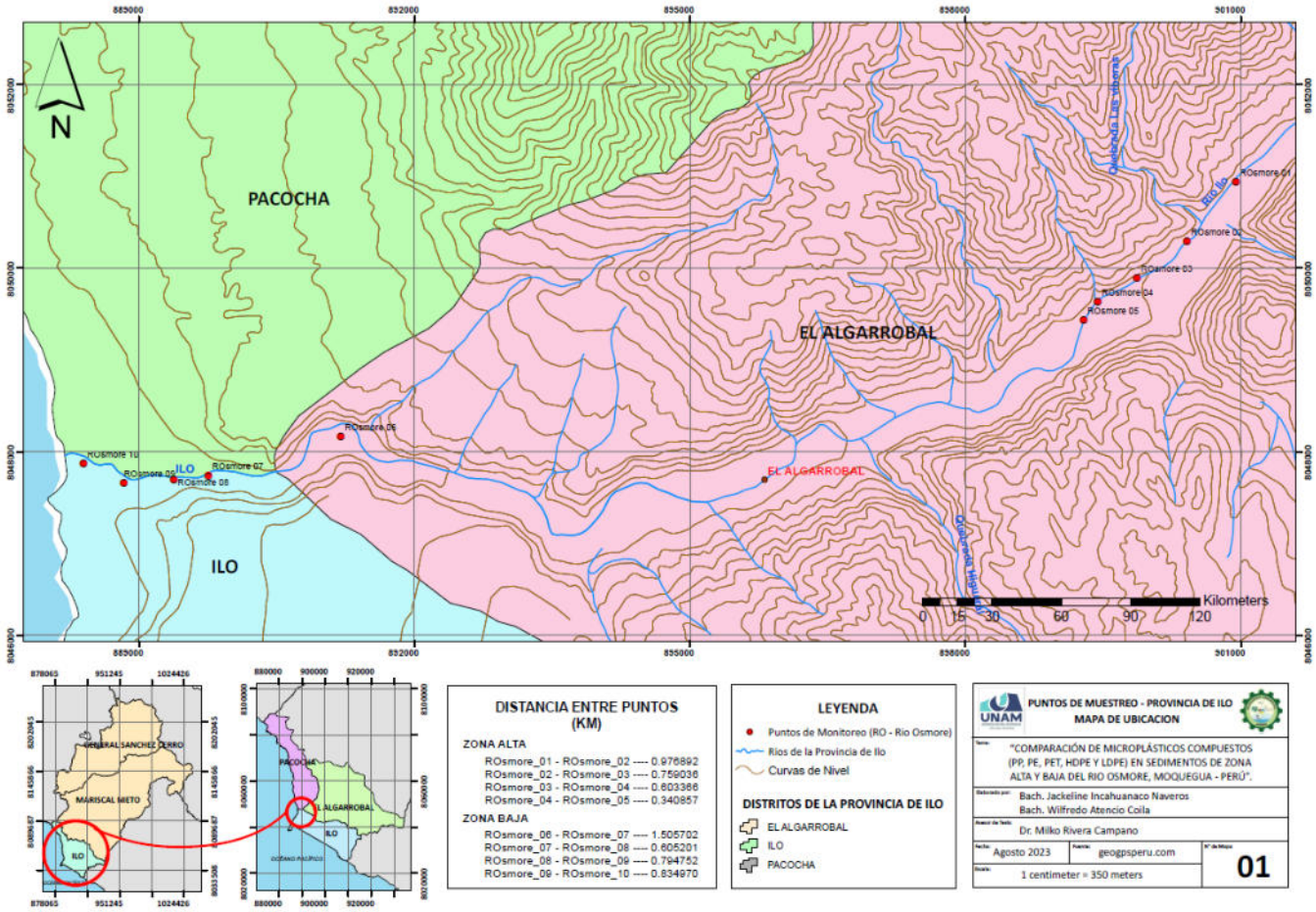
Vélez Bone, V. E., y Mosquera González, B. A. (2012). Reciclaje de plásticos. Universidad de Guayaquil. Facultad Ingeniería Química. http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/5136

Yordy, Bach. Davila, A., Lizett, L.B. R., y Vásquez, M. Determinación de microplásticos en especies ícticas e invertebrados del litoral, Puerto de Ilo - Perú. Tesis presentada por: Para optar el Título Profesional de: Ingeniero Ambiental. Universidad Nacional de Moquegua. https://repositorio.unam.edu.pe/handle/UNAM/257.

Zhou, Z., Zhang, P., Zhang, G., Wang, S., Cai, Y., y Wang, H. (2021). Vertical microplastic distribution in sediments of Fuhe River estuary to Baiyangdian Wetland in Northern China. *Chemosphere*, *280*, 130800. https://doi.org/10.1016/J.CHEMOSPHERE.2021.130800.

VIII. Anexos

Anexos 1 Plano de ubicación



Anexos 2 Ficha de campo y descripción de la zona de muestreo

"COMPARACIÓN DE MICROPLÁSTICOS COMPUESTOS (PP, PE, PET, HDPE Y LDPE) EN SEDIMENTOS DE ZONA ALTA Y BAJA DEL RIO OSMORE, MOQUEGUA – PERÚ".

FICHA DE CAMPO Y DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE MUESTREO

Fecha de muestreo: 08 / 10 / 2023 **Hora de inicio** : 10 : 30

DATOS GENERALES

Departamento : Moquegua Provincia : Ilo
Ubigeo : 170301
Río : Osmore Tramo :
Código : RO smore - 01
Color del agua : Transparencia :
Coordenadas : 8 053 555 S / 264 039 E

Meteorología : [X] Soleado [ ] Nublado [ ] Lluvia [ ] Otro

DESCRIPCIÓN DEL MEDIO NATURAL

TIPO DE TRAMO

Entorno: [X] Natural [ ] Agrí cola [ ] Urbano [ ] Industrial
Otro (especificar):

Aspecto [ ] Artificial [X] Natural

Abierto:
[ ] Sin vegetación
[ ] Con vegetación dispersa (hierbas escasas)
[X] Con vegetación cerrada (carrizos, arbustos)

Cerrado:
[ ] Con vegetación tipo árbol pero de plantación artificial
[X] Con vegetación de ribera de aspecto natural

IMPACTOS VISIBLES

Vertidos (especificar): -
Residuos (especificar): -
Otros (especificar): -

"COMPARACIÓN DE MICROPLÁSTICOS COMPUESTOS (PP, PE, PET, HDPE Y LDPE) EN SEDIMENTOS DE ZONA ALTA Y BAJA DEL RIO OSMORE, MOQUEGUA – PERÚ".

FICHA DE CAMPO Y DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE MUESTREO

Fecha de muestreo: 08 / 10 / 2023 **Hora de inicio :** 11 : 47

DATOS GENERALES

Departamento : Moquegua Provincia : Ilo
Ubigeo : 170301
Río : Osmore Tramo : _____
Código : ROsmore - 02
Color del agua : _____ Transparencia : _____
Coordenadas : 8052890 S / 263528 6

Meteorología : [X] Soleado [ ] Nublado [ ] Lluvia [ ] Otro

DESCRIPCIÓN DEL MEDIO NATURAL

TIPO DE TRAMO

Entorno: [X] Natural [ ] Agrí cola [ ] Urbano [ ] Industrial
Otro (especificar): _____

Aspecto [ ] Artificial [X] Natural

Abierto:
[ ] Sin vegetación
[ ] Con vegetación dispersa (hierbas escasas)
[X] Con vegetación cerrada (carrizos, arbustos)

Cerrado:
[ ] Con vegetación tipo árbol pero de plantación artificial
[ ] Con vegetación de ribera de aspecto natural

IMPACTOS VISIBLES

Vertidos (especificar): _____
Residuos (especificar): Botella de Ultrametrin - Bolsa plástica
Otros (especificar): _____

FICHA DE CAMPO Y DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE MUESTREO

Fecha de muestreo: 08 / 10 / 2023 **Hora de inicio** : 12 : 39

DATOS GENERALES

Departamento : Moquegua Provincia : Ilo
Ubigeo : 170301
Río : Osmore Tramo :
Código : ROsmore - 03
Color del agua : Transparencia :
Coordenadas : 8 052 473 S / 262997 E

Meteorología : [X] Soleado [ ] Nublado [ ] Lluvia [ ] Otro

DESCRIPCIÓN DEL MEDIO NATURAL

TIPO DE TRAMO

Entorno: [X] Natural [ ] Agrí cola [ ] Urbano [ ] Industrial
Otro (especificar):

Aspecto [ ] Artificial [X] Natural

Abierto:
[ ] Sin vegetación
[ ] Con vegetación dispersa (hierbas escasas)
[X] Con vegetación cerrada (carrizos, arbustos)

Cerrado:
[ ] Con vegetación tipo árbol pero de plantación artificial
[X] Con vegetación de ribera de aspecto natural

IMPACTOS VISIBLES

Vertidos (especificar):
Residuos (especificar): Bolsa plástica - Botella plastico
Otros (especificar): Deposito plastico - frasco de silicona

"COMPARACIÓN DE MICROPLÁSTICOS COMPUESTOS (PP, PE, PET, HDPE Y LDPE) EN SEDIMENTOS DE ZONA ALTA Y BAJA DEL RIO OSMORE, MOQUEGUA – PERÚ".

FICHA DE CAMPO Y DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE MUESTREO

Fecha de muestreo: 08 / 10 / 2023 **Hora de inicio** : 13 : 12

DATOS GENERALES

Departamento : Moquegua Provincia : Ilo
Ubigeo : 170301
Río : Osmore Tramo : _____
Código : Osmore - 04
Color del agua : _____ Transparencia : _____
Coordenadas : 8052202 S / 262579 E

Meteorología : [X] Soleado [ ] Nublado [ ] Lluvia [ ] Otro

DESCRIPCIÓN DEL MEDIO NATURAL

TIPO DE TRAMO

Entorno: [X] Natural [ ] Agrí cola [ ] Urbano [ ] Industrial
Otro (especificar): _____

Aspecto [ ] Artificial [X] Natural

Abierto:
[ ] Sin vegetación
[X] Con vegetación dispersa (hierbas escasas)
[ ] Con vegetación cerrada (carrizos, arbustos)

Cerrado:
[ ] Con vegetación tipo árbol pero de plantación artificial
[ ] Con vegetación de ribera de aspecto natural

IMPACTOS VISIBLES

Vertidos (especificar): -
Residuos (especificar): -
Otros (especificar): -

FICHA DE CAMPO Y DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE MUESTREO

Fecha de muestreo: 08 / 10 / 2023 **Hora de inicio** : 13 : 50

DATOS GENERALES

Departamento : Moquegua Provincia : Ilo
Ubigeo : 170301
Río : Osmore Tramo :
Código : ROsmore - 05
Color del agua : Transparencia :
Coordenadas : 8 052 005 S/262 430 E

Meteorología : [x] Soleado [ ] Nublado [ ] Lluvia [ ] Otro

DESCRIPCIÓN DEL MEDIO NATURAL

TIPO DE TRAMO

Entorno: [x] Natural [ ] Agrí cola [ ] Urbano [ ] Industrial
Otro (especificar):

Aspecto [ ] Artificial [x] Natural

Abierto:
[ ] Sin vegetación
[ ] Con vegetación dispersa (hierbas escasas)
[x] Con vegetación cerrada (carrizos, arbustos)

Cerrado:
[ ] Con vegetación tipo árbol pero de plantación artificial
[x] Con vegetación de ribera de aspecto natural

IMPACTOS VISIBLES

Vertidos (especificar):
Residuos (especificar):
Otros (especificar):

FICHA DE CAMPO Y DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE MUESTREO

Fecha de muestreo: 08 / 10 / 2023 **Hora de inicio :** 15 : 36

DATOS GENERALES

Departamento : Moquegua Provincia : Ilo
Ubigeo : 170301
Río : Osmore Tramo :
Código : ROsmore - 06
Color del agua : Transparencia :
Coordenadas : 8 050 472 S 1 254 396 E

Meteorología : ☐ Soleado ☒ Nublado ☐ Lluvia ☐ Otro

DESCRIPCIÓN DEL MEDIO NATURAL

TIPO DE TRAMO

Entorno: ☒ Natural ☐ Agrí cola ☐ Urbano ☐ Industrial
Otro (especificar):

Aspecto ☐ Artificial ☒ Natural

Abierto:
☐ Sin vegetación
☐ Con vegetación dispersa (hierbas escasas)
☒ Con vegetación cerrada (carrizos, arbustos)

Cerrado:
☐ Con vegetación tipo árbol pero de plantación artificial
☒ Con vegetación de ribera de aspecto natural

IMPACTOS VISIBLES

Vertidos (especificar):
Residuos (especificar): Sacos, bolsas, botellas
Otros (especificar):

"COMPARACIÓN DE MICROPLÁSTICOS COMPUESTOS (PP, PE, PET, HDPE Y LDPE) EN SEDIMENTOS DE ZONA ALTA Y BAJA DEL RIO OSMORE, MOQUEGUA – PERÚ".

FICHA DE CAMPO Y DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE MUESTREO

Fecha de muestreo: 08 / 10 / 2023 **Hora de inicio** : 17 : 30

DATOS GENERALES

Departamento : Moquegua Provincia : Ilo
Ubigeo : 170301
Río : Osmore Tramo :
Código : ROsmore - 07
Color del agua : Transparencia :
Coordenadas : 8 030 003 S | 252 967 E

Meteorología : ☐ Soleado ☒ Nublado ☐ Lluvia ☐ Otro

DESCRIPCIÓN DEL MEDIO NATURAL

TIPO DE TRAMO

Entorno: ☒ Natural ☐ Agrí cola ☐ Urbano ☐ Industrial
Otro (especificar):

Aspecto ☐ Artificial ☒ Natural

Abierto:
☐ Sin vegetación
☐ Con vegetación dispersa (hierbas escasas)
☒ Con vegetación cerrada (carrizos, arbustos)

Cerrado:
☐ Con vegetación tipo árbol pero de plantación artificial
☒ Con vegetación de ribera de aspecto natural

IMPACTOS VISIBLES

Vertidos (especificar):
Residuos (especificar):
Otros (especificar):

FICHA DE CAMPO Y DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE MUESTREO

Fecha de muestreo: 08 / 10 / 2023 **Hora de inicio** : 18 : 15

DATOS GENERALES

Departamento : Moquegua Provincia : Ilo
Ubigeo : 170301
Río : Osmore Tramo :
Código : ROsmore - 08
Color del agua : Transparencia :
Coordenadas : 8049946 S / 252595 E

Meteorología : ☐ Soleado ☐ Nublado ☐ Lluvia ☒ Otro

DESCRIPCIÓN DEL MEDIO NATURAL

TIPO DE TRAMO

Entorno: ☒ Natural ☐ Agrí cola ☐ Urbano ☐ Industrial
Otro (especificar):

Aspecto ☐ Artificial ☒ Natural

Abierto:
☐ Sin vegetación
☐ Con vegetación dispersa (hierbas escasas)
☒ Con vegetación cerrada (carrizos, arbustos)

Cerrado:
☐ Con vegetación tipo árbol pero de plantación artificial
☒ Con vegetación de ribera de aspecto natural

IMPACTOS VISIBLES

Vertidos (especificar): -
Residuos (especificar): -
Otros (especificar): -

FICHA DE CAMPO Y DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE MUESTREO

Fecha de muestreo: 08 / 10 / 2023 **Hora de inicio** : 18 : 36

DATOS GENERALES

Departamento : Moquegua Provincia : Ilo
Ubigeo : 170301
Río : Osmore Tramo : _____
Código : ROsmore - 09
Color del agua : _____ Transparencia : _____
Coordenadas : 8049946 S / 252360 E

Meteorología : ☐ Soleado ☐ Nublado ☐ Lluvia ☒ Otro

DESCRIPCIÓN DEL MEDIO NATURAL

TIPO DE TRAMO

Entorno: ☒ Natural ☐ Agrí cola ☐ Urbano ☐ Industrial
Otro (especificar): _____

Aspecto ☐ Artificial ☒ Natural

Abierto:
☐ Sin vegetación
☐ Con vegetación dispersa (hierbas escasas)
☒ Con vegetación cerrada (carrizos, arbustos)

Cerrado:
☐ Con vegetación tipo árbol pero de plantación artificial
☒ Con vegetación de ribera de aspecto natural

IMPACTOS VISIBLES

Vertidos (especificar): -
Residuos (especificar): Bolsas Plasticas
Otros (especificar): -

FICHA DE CAMPO Y DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE MUESTREO

Fecha de muestreo: 08 / 10 / 2023 **Hora de inicio** : 19 : 00

DATOS GENERALES

Departamento : Moquegua Provincia : Ilo
Ubigeo : 170301
Río : Osmore Tramo : _____
Código : Rosmore-10
Color del agua : Transparente Transparencia : _____
Coordenadas : 8050049 S / 251606 E

Meteorología : ☐ Soleado ☐ Nublado ☐ Lluvia ☒ Otro

DESCRIPCIÓN DEL MEDIO NATURAL

TIPO DE TRAMO

Entorno: ☐ Natural ☐ Agrí cola ☒ Urbano ☐ Industrial
Otro (especificar): _____

Aspecto ☐ Artificial ☒ Natural

Abierto:
☐ Sin vegetación
☒ Con vegetación dispersa (hierbas escasas)
☐ Con vegetación cerrada (carrizos, arbustos)

Cerrado:
☐ Con vegetación tipo árbol pero de plantación artificial
☐ Con vegetación de ribera de aspecto natural

IMPACTOS VISIBLES

Vertidos (especificar): -
Residuos (especificar): Envoltorios, bolsas plásticas,
Otros (especificar): Olla, lavador

Anexos 3 Hoja de registro de pesos



"COMPARACIÓN DE MICROPLÁSTICOS COMPUESTOS (PP, PE, PET, HDPE Y LDPE) EN SEDIMENTOS DE ZONA ALTA Y BAJA DEL RIO OSMORE, MOQUEGUA – PERÚ".

HOJA DE REGISTRO DE PESO

DATOS GENERALES

Departamento : Moquegua **Provincia** : Ilo **Río:** Osmore
Fecha : 11-12-2023 **Hora** : 09:00 am

	Muestra	Peso de filtro	Tiempo de filtrado	Tiempo de secado	Peso	Peso final
Zona Alta	ROsmore - 01	0.1516 g	15 min	14 hrs + 5 min	0.1525 g	0.0009 g
		0.1165 g	10 min	14 hr + 5 min	0.1168 g	0.0003 g
	ROsmore - 02	0.1098 g	11 min	14 hr + 5 min	0.1100 g	0.0002 g
		0.1488 g	5 min	14 hr + 5 min	0.1492 g	0.0004 g
	ROsmore - 03	0.1152 g	10 min	14 hr + 5 min	0.1154 g	0.0002 g
		0.1475 g	4 min	14 hr + 5 min	0.1484 g	0.0009 g
	ROsmore - 04	0.1198 g	8 min	14 hr + 5 min	0.1201 g	0.0003 g
		0.1486 g	6 min	14 hr + 5 min	0.1490 g	0.0004 g
	ROsmore - 05	–	–	–	–	–
		0.1473 g	7 min	14 hr + 5 min	0.1475 g	0.0002 g
Zona Baja	ROsmore - 06	0.1132 g	10 min	14 hr + 5 min	0.1134 g	0.0002 g
		0.1499 g	8 min	14 hr + 5 min	0.1493 g	0.0004 g
	ROsmore - 07	0.1171 g	13 min	14 hr + 5 min	0.1176 g	0.0005 g
		0.1417 g	6 min	14 hr + 5 min	0.1419 g	0.0002 g
	ROsmore - 08	0.1169 g	16 min	14 hr + 5 min	0.1177 g	0.0009 g
		–	–	–	–	–
	ROsmore - 09	0.1156 g	14 min	14 hr + 5 min	0.1160 g	0.0004 g
		0.1472 g	9 min	14 hr + 5 min	0.1474 g	0.0002 g
	ROsmore - 10	0.1162 g	20 min	14 hr + 5 min	0.1169 g	0.0007 g
		0.1470 g	7 min	14 hr + 5 min	0.1473 g	0.0003 g

Anexos 4 Hoja de registro de laboratorio

"COMPARACIÓN DE MICROPLÁSTICOS COMPUESTOS (PP, PE, PET, HDPE Y LDPE) EN SEDIMENTOS DE ZONA ALTA Y BAJA DEL RIO OSMORE, MOQUEGUA – PERÚ".

HOJA DE REGISTRO DE LABORATORIO

DATOS GENERALES

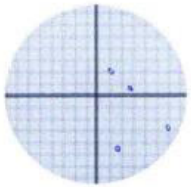
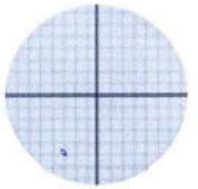
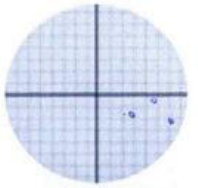
Departamento : Moquegua **Provincia** : Ilo **Río** : Osmore **Fecha** : 13-12-2023 **Hora** :10:08 am

	Muestra	Microplástico encontrado						Comentarios y ubicación
		Fibra (FB)	*Fragmento (FR)*	*Esfera (EF)*	*Película (PL)*	*Espuma (EP)*	*Goma (GO)*	
Zona Alta	ROsmore-01	01 FB azul 987.84 µm 01 FB azul 1839.91µm 1341 µm	01 FR rojo 165.35 µm 104.70 µm 01 FR rojo 250.03 µm 365.31 µm 01 FR rojo 241.93 µm 140.99 µm		01 PL rojo 236.20 µm 138.33 µm			01 FR rojo 481.29 µm 290.38 µm
	ROsmore-02		01 FR rojo 44.63 µm 33.74 µm 01 FR rojo 65.99 µm 38.71 µm 01 FR fucsia 93.51 µm 62.35 µm					01 FR anaranjado 201.24 µm 102.71 µm
	ROsmore-03	01 FB azul 1993.70µm 16.02µm	01 FR amarillo 129.30 µm 124.57 µm 01 FR amarillo 142.73 µm 78.77 µm 01 FR fucsia 64.55 µm 52.92 µm		01 PL anaranjado 112.37 µm 68.12 µm			01 FR transparente 165.19 µm 96.93 µm 01 FR fucsia 179.93 µm 104.58 µm 01 FR fucsia 86.51 µm 29.19 µm

HOJA DE REGISTRO DE LABORATORIO

DATOS GENERALES

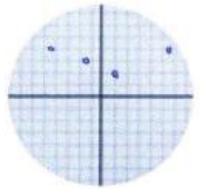
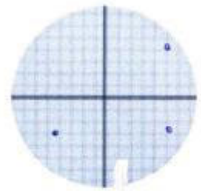
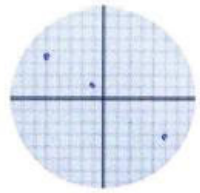
Departamento : Moquegua **Provincia** : Ilo **Río** : Osmore **Fecha** : 13-12-2023 **Hora** : 15.15 pm

	Muestra	Microplástico encontrado						Comentarios y ubicación
		Fibra (FB)	*Fragmento (FR)*	*Esfera (EF)*	*Pelicula (PL)*	*Espuma (EP)*	*Goma (GO)*	
Zona Alta	ROsmore-04	01 FB azul 2359.64 µm 25.49 µm 01 FB transparente 136621 µm 35.75 µm	01 FR anaranjado 605.48 µm 138.71 µm 01 FR fucsia 139.25 µm 109.43 µm					
Zona Alta	ROsmore-05		01 FR anaranjado 331.29 µm 120.82 µm					
Zona Baja	ROsmore-06		01 FR rojo 136.64 µm 92.31 µm 01 FR rojo 94.02 µm 86.69 µm 01 FR transparente 71.00 µm 60.86 µm					

HOJA DE REGISTRO DE LABORATORIO

DATOS GENERALES

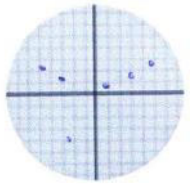
Departamento : Moquegua **Provincia** : Ilo **Río** : Osmore **Fecha** : 14-12-2023 **Hora** : 09:32 am

	Muestra	Microplástico encontrado						Comentarios y ubicación
		Fibra (FB)	*Fragmento (FR)*	*Esfera (EF)*	*Pelicula (PL)*	*Espuma (EP)*	*Goma (GO)*	
Zona Baja	ROsmore-07	01 FB azul 1372.08 µm 13.50 µm	01 FR anaranjado 92.93 µm 65.32 µm 01 FR anaranjado 178.31 µm 133.26 µm 01 FR rojo 43.31 µm 29.01 µm					
	ROsmore-08	01 FB azul 2843.53 µm 14.97 µm 01 FB azul 759.36 µm 56.79 µm	01 FR fucsia 44.51 µm 33.39 µm 01 FR fucsia 75.46 µm 17.49 µm					
	ROsmore-09	01 FB rojo 378.70 µm 221.10 µm	01 FR fucsia 145.36 µm 97.21 µm 01 FR rojo 98.79 µm 54.31 µm					

HOJA DE REGISTRO DE LABORATORIO

DATOS GENERALES

Departamento : Moquegua **Provincia** : Ilo **Río** : Osmore **Fecha** : 14-12-2023 **Hora** : 10:47 am

	Muestra	Microplástico encontrado						Comentarios y ubicación
		Fibra (FB)	*Fragmento (FR)*	*Esfera (EF)*	*Pelicula (PL)*	*Espuma (EP)*	*Goma (GO)*	
Zona Baja	ROsmore-10	01 FB transparente 1390.64 µm 19.53 µm	01 FR fucsia 279.07 µm 126.13 µm 01 FR rojo 71.21 µm 38.93 µm 01 FR amarillo 119.09 µm 93.31 µm		01 PL rojo 39.35 µm 36.12 µm			01 FR rojo 252.55 µm 108.91 µm 

Anexos 5 Panel fotográfico

Figura 41

Área muestreada en el Río Osmore ZONA ALTA – los datos de las coordenadas geográficas se muestran en la ***Tabla 5****.*



Fecha: 08/10/2023

Hora: 10:30 hrs



Fecha: 08/10/2023

Hora: 11:47 hrs



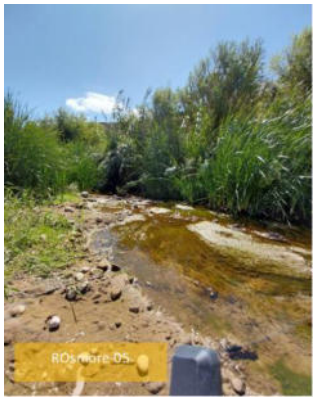
Fecha: 08/10/2023

Hora: 12:39 hrs



Fecha: 08/10/2023

Hora: 13:12 hrs

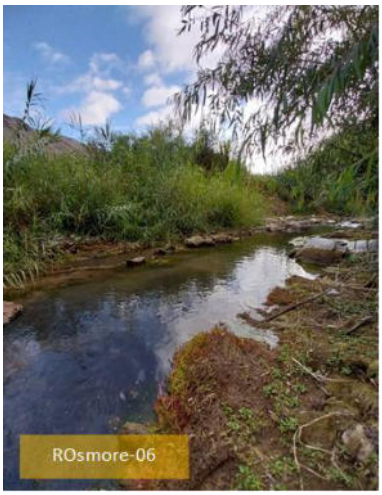


Fecha: 08/10/2023

Hora: 13:50 hrs

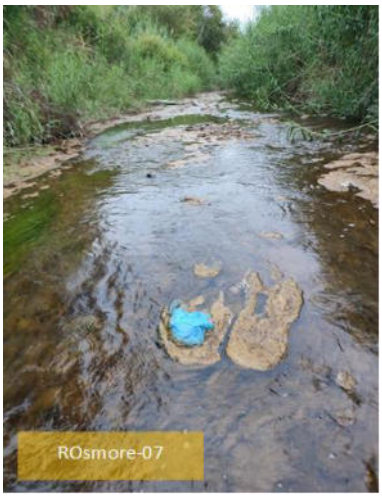
Figura 42

Área muestreada en el Río Osmore ***ZONA BAJA*** *– los datos de las coordenadas geográficas se muestran en la* ***Tabla 5****.*



Fecha: 08/10/2023

Hora: 15:36 hrs



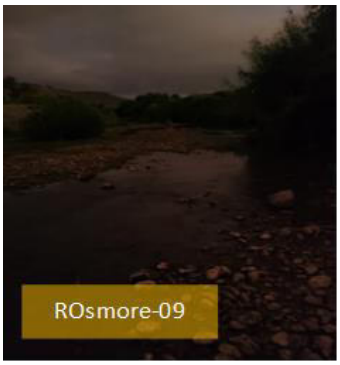
Fecha: 08/10/2023

Hora: 17:30 hrs



Fecha: 08/10/2023

Hora: 18:15 hrs



Fecha: 08/10/2023

Hora: 18:35 hrs



Fecha: 08/10/2023

Hora: 19:00 hrs

Figura 43

Residuos plásticos encontrados en el Río Osmore – (revisar fichas de campo)



ROsmore_02
8052889.00 m S
263526.00 m E



ROsmore_03
8052471.00 m S
262996.00 m E



ROsmore_03
8052472.00 m S
262995.00 m E



ROsmore_03
8052470.00 m S
262998.00 m E



ROsmore_03
8052475.00 m S
262993.00 m E



ROsmore_06
8050470.00 m S
254304.00 m E



ROsmore_06
8050471.00 m S
254306.00 m E

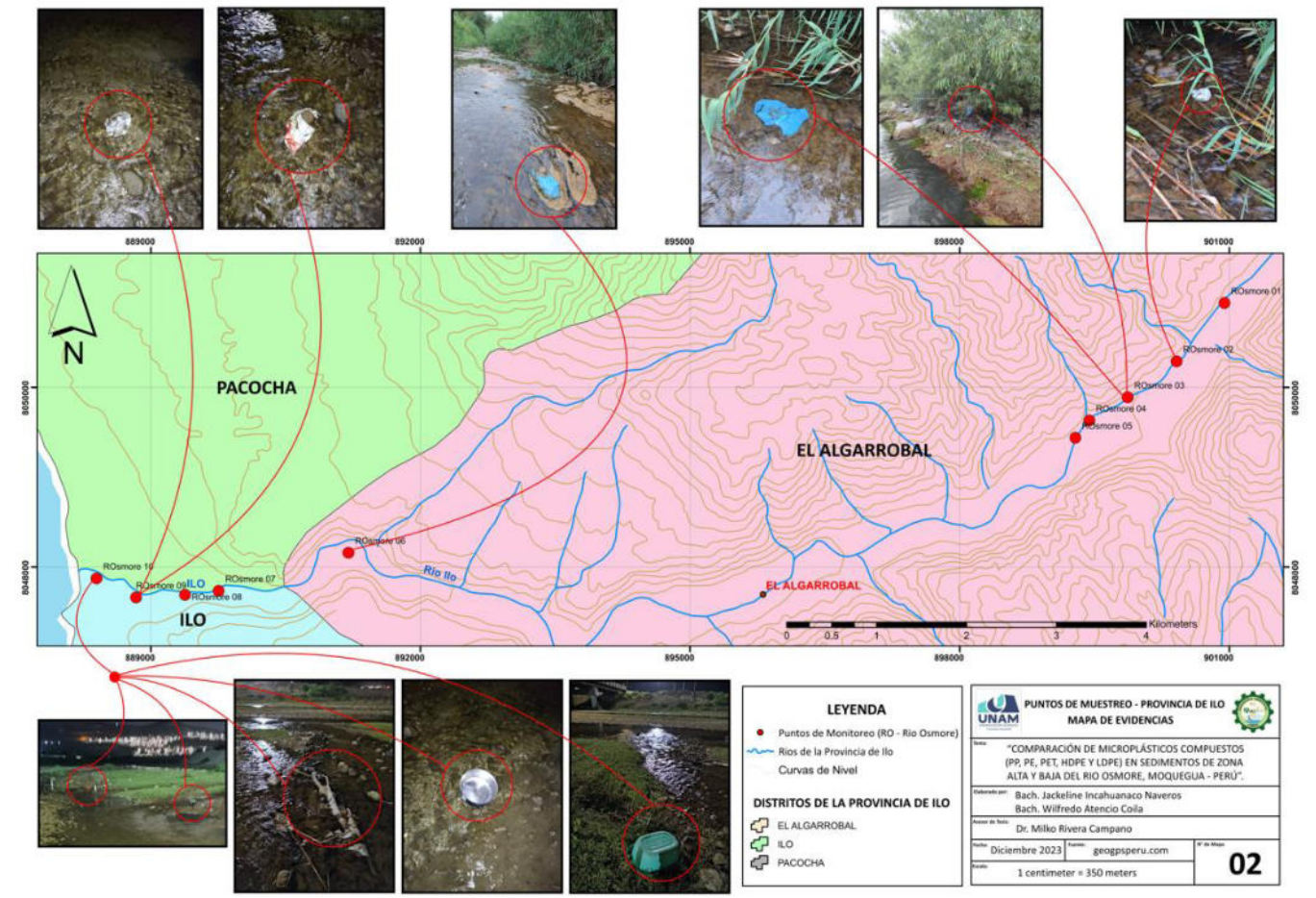


ROsmore_06
8050472.00 m S
254304.00 m E



ROsmore_10
8050096.00 m S
251605.00 m E

Anexos 6 Plano de distribución espacial de residuos plásticos en el Río Osmore



Anexos 7 Espectros de microscopia FITR ATR de las muestras de sedimentos en Río Osmore.

Primer grupo:

Figura 44

Espectro de Microscopia FTIR - ATR, muestra ROsmore-02

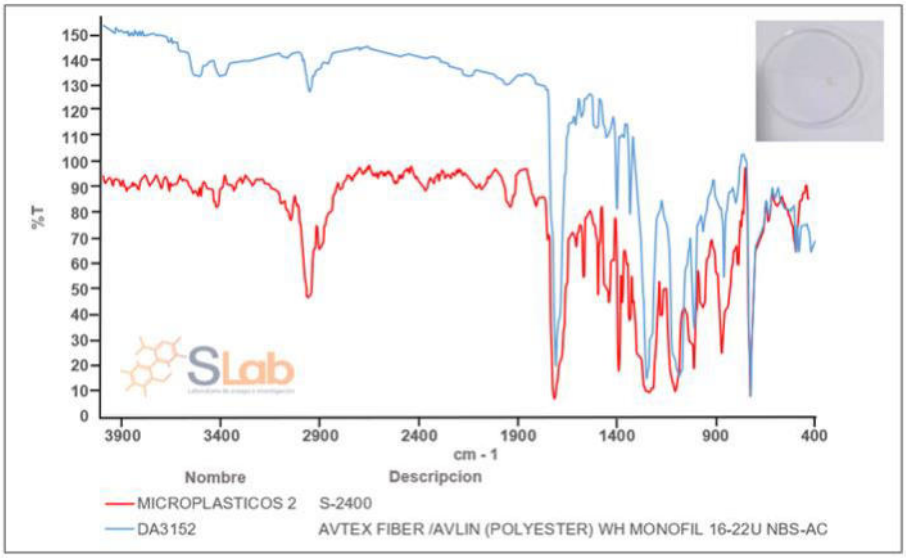


Figura 45

Espectro de Microscopia FTIR-ATR, muestra ROsmore-05

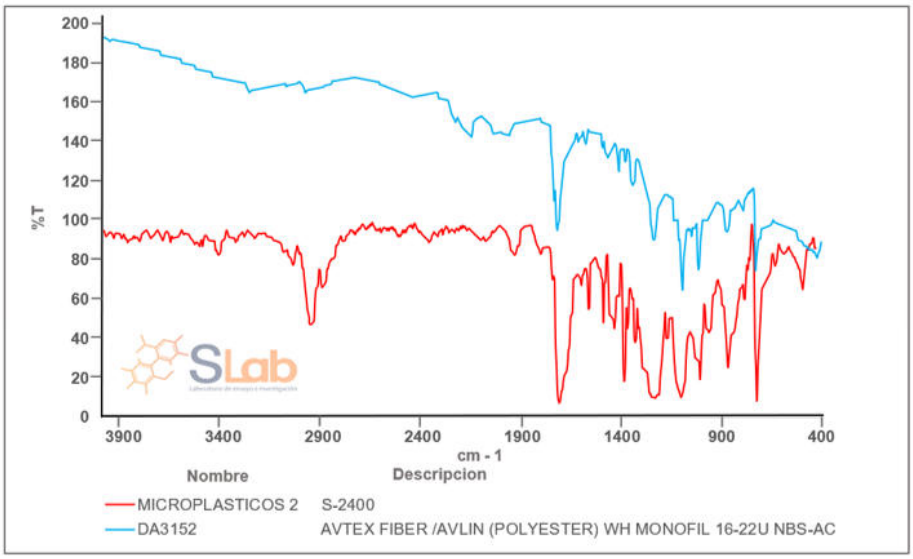


Figura 46

Espectro de Microscopia FTIR-ATR, muestra ROsmore-06

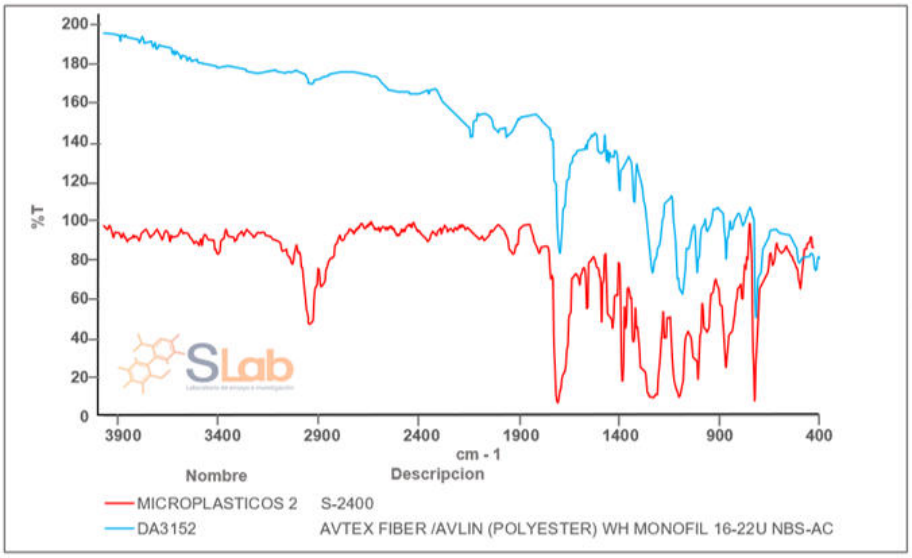
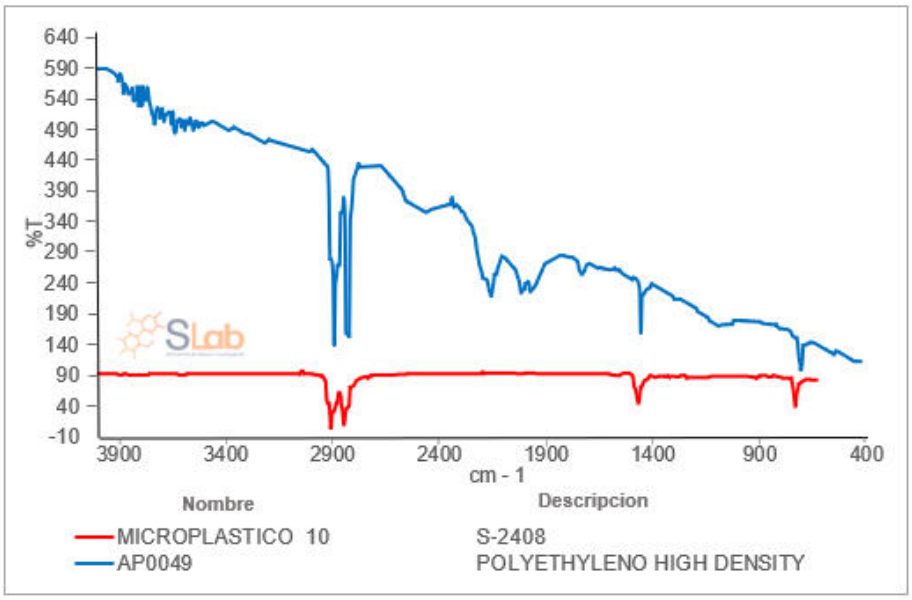


Figura 47

Espectro de Microscopia FTIR-ATR, muestra ROsmore-10



Segundo grupo:

Figura 48

Espectro de Microscopia FTIR-ATR, muestra 1/7 de ROsmore-01

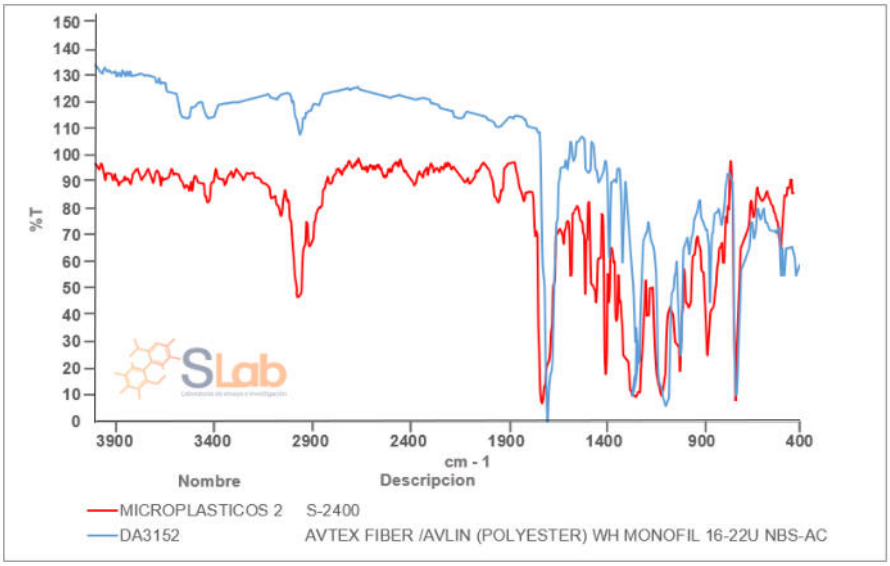


Figura 49

Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 2/7 de ROsmore-01

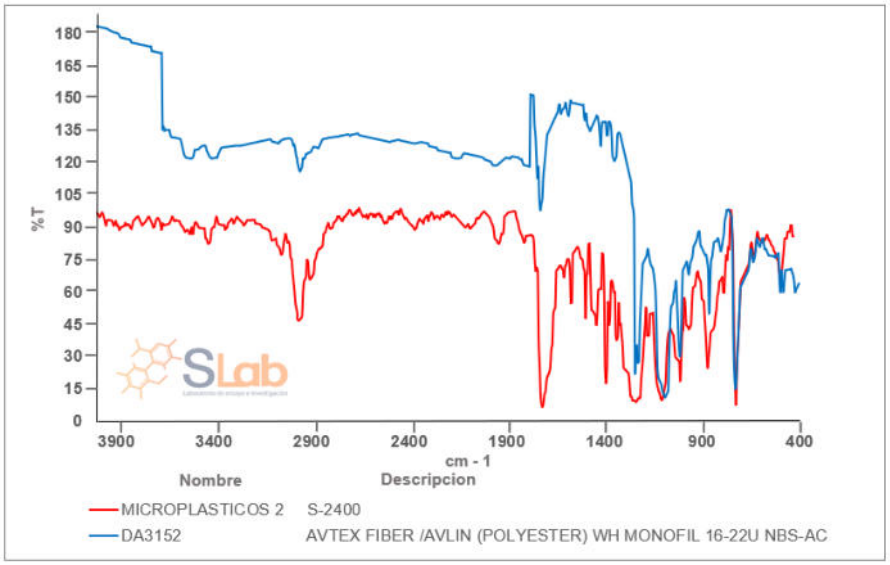


Figura 50

Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 3/7 de ROsmore-01

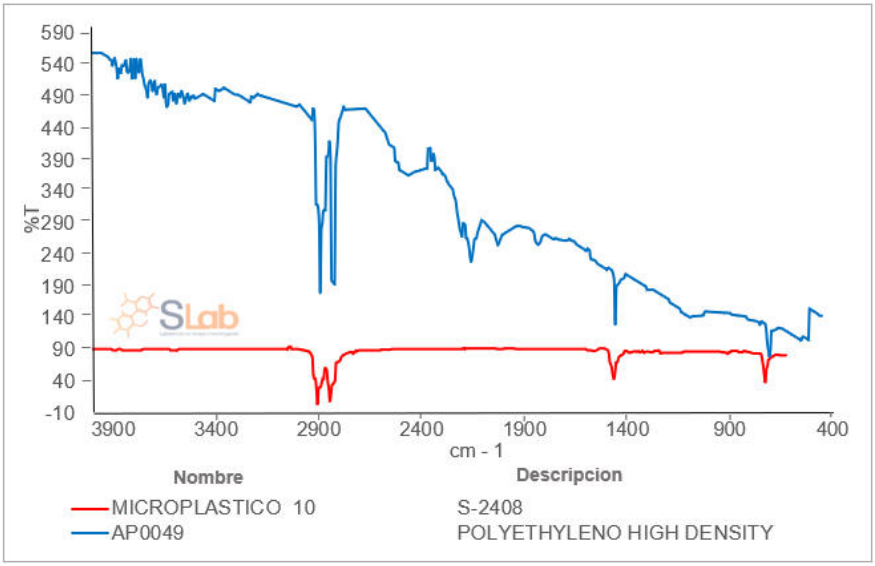


Figura 51

Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 4/7 de ROsmore-01

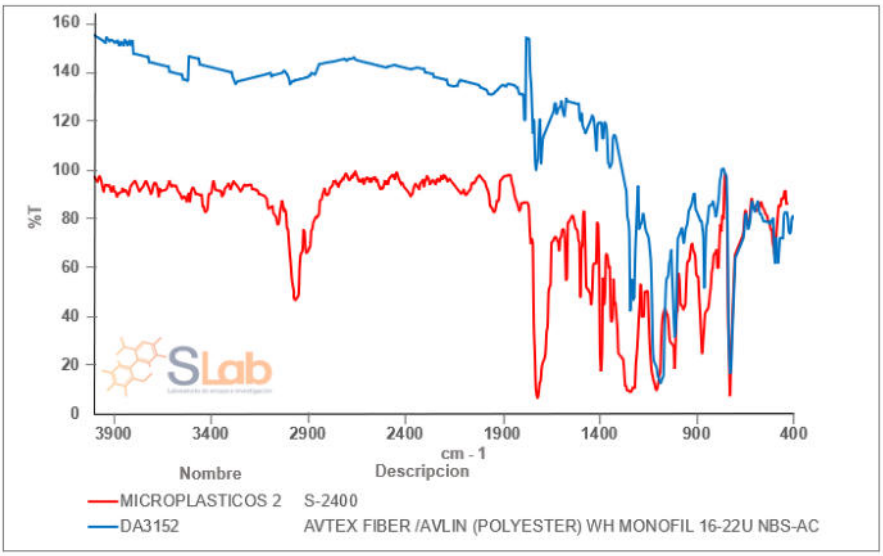


Figura 52

Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 5/7 de ROsmore-01

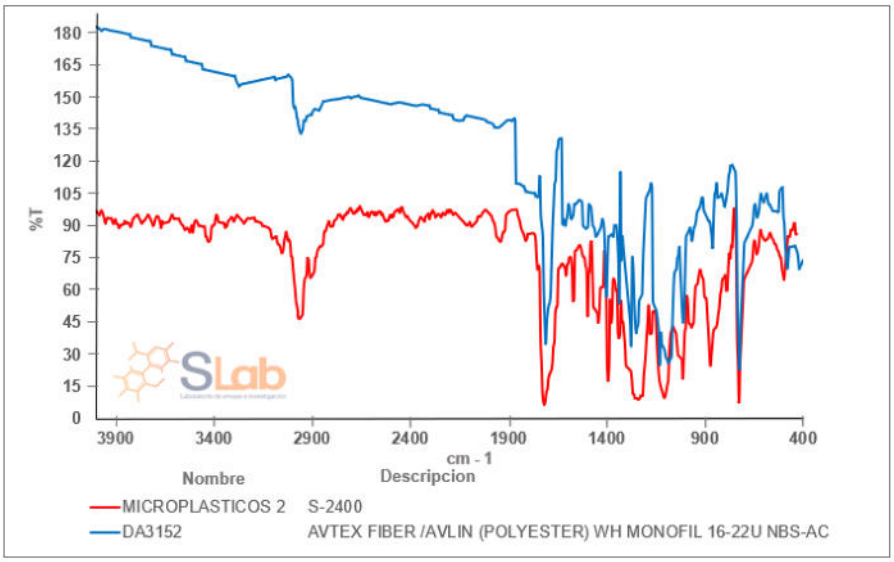


Figura 53

Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 6/7 de ROsmore-01

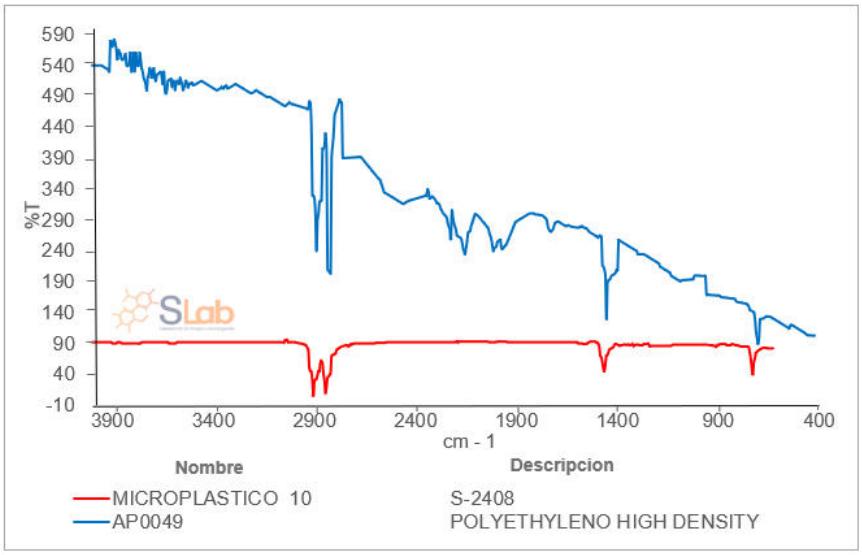


Figura 54

Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 7/7 de ROsmore-01

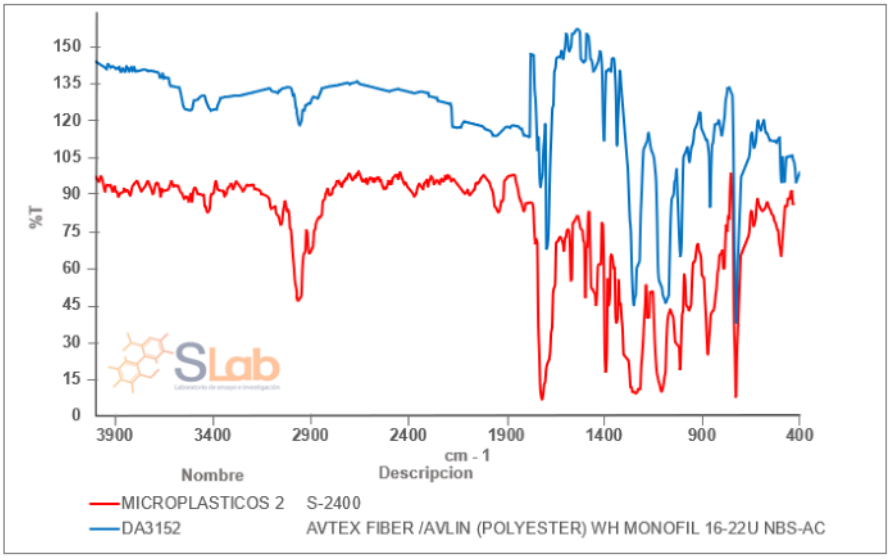


Figura 55

Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 1/5 de ROsmore-02

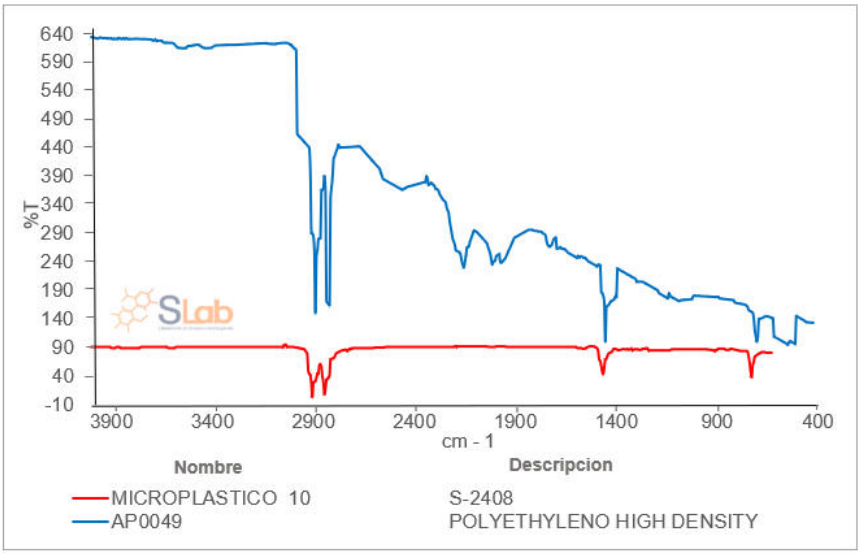


Figura 56

Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 2/5 de ROsmore-02

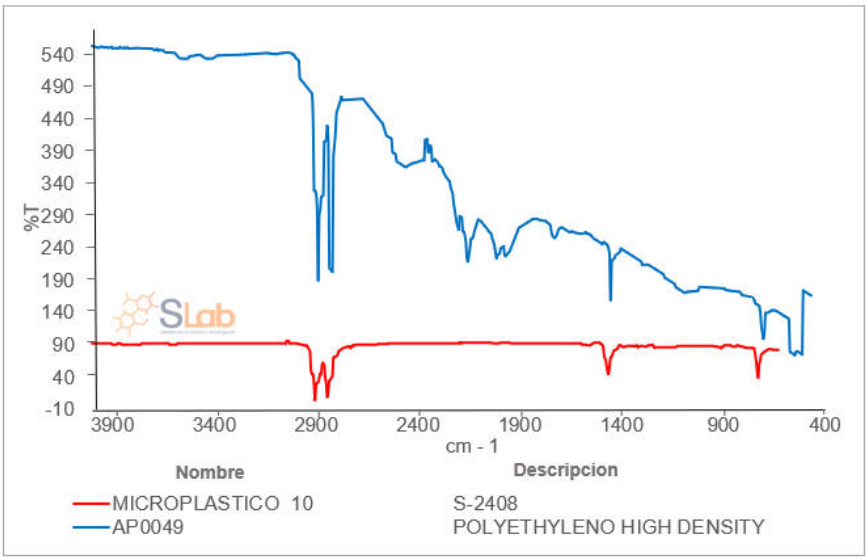


Figura 57

Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 3/5 de ROsmore-02

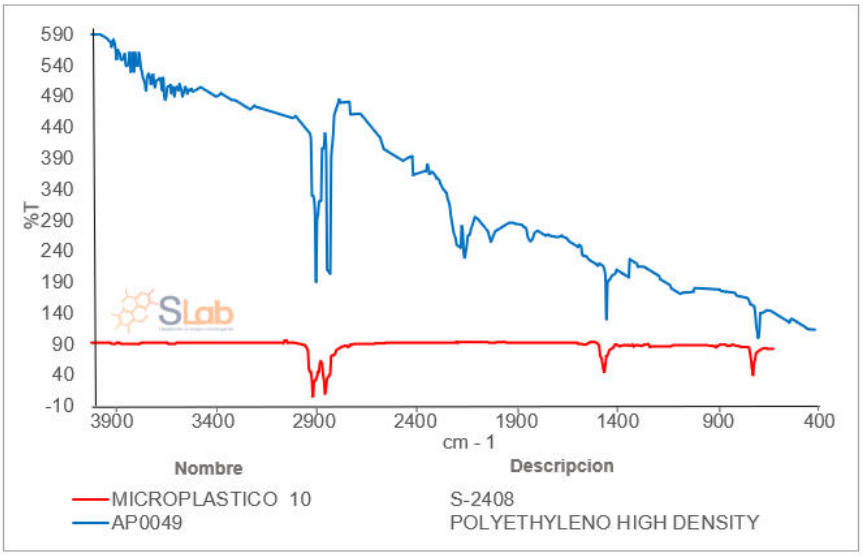


Figura 58

Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 4/5 de ROsmore-02

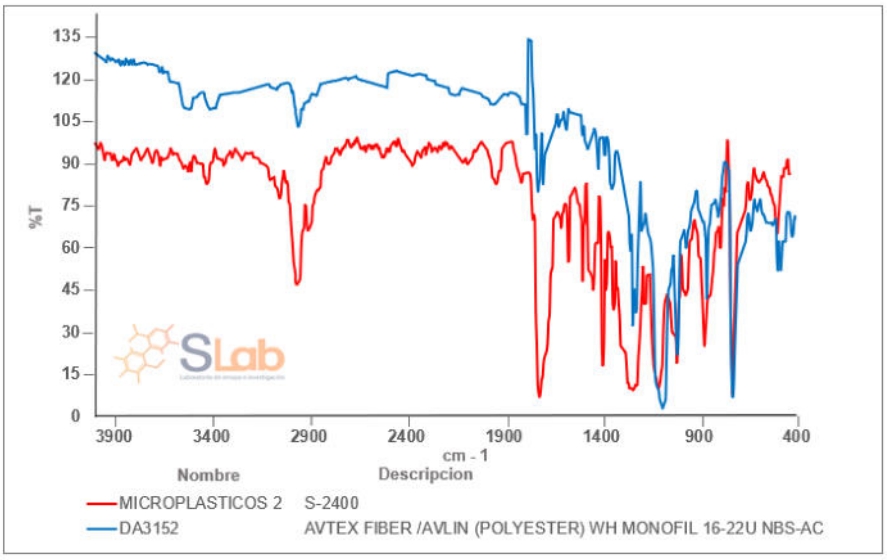


Figura 59

Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 5/5 de ROsmore-02

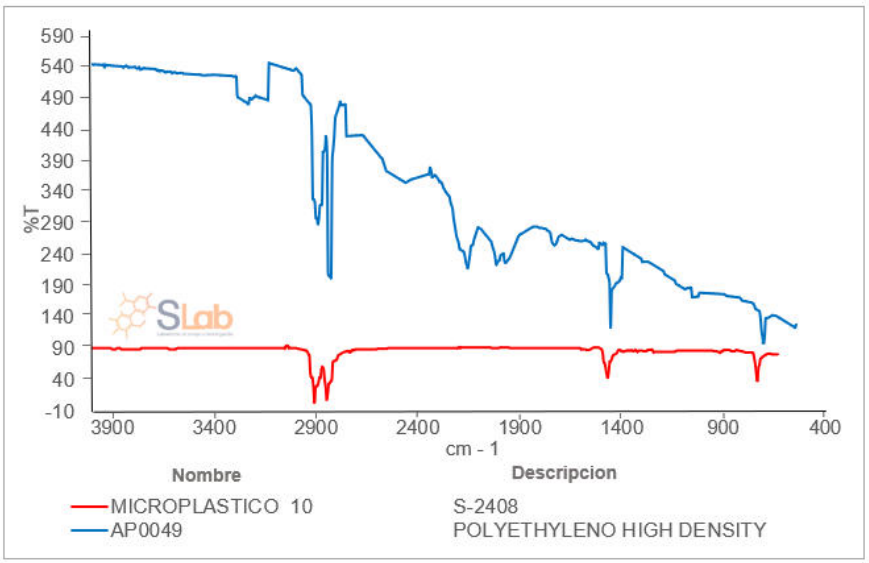


Figura 60

Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 1/8 de ROsmore-03

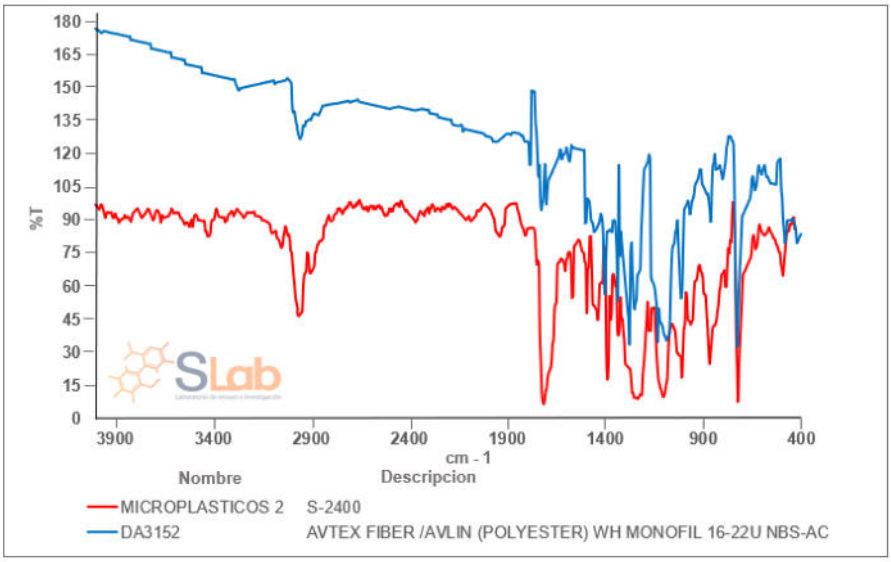


Figura 61

Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 2/8 de ROsmore-03

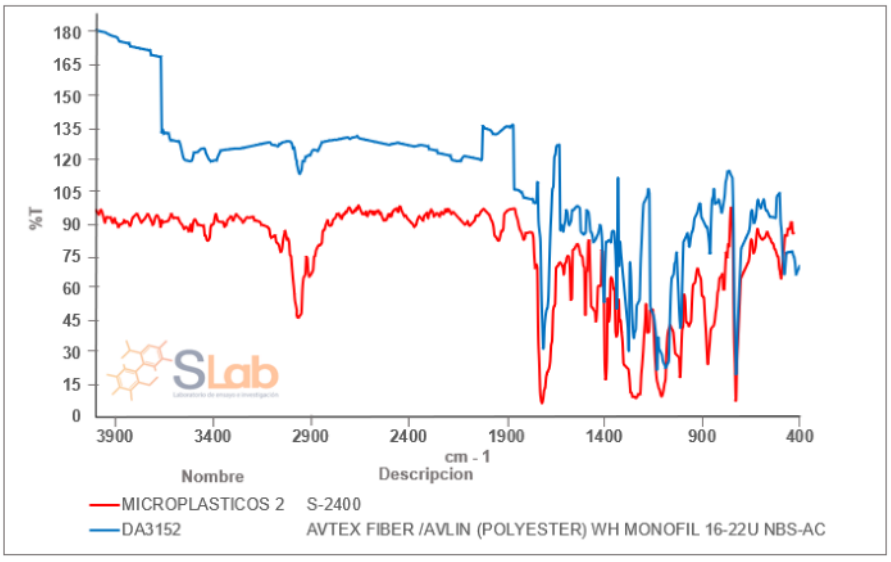


Figura 62

Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 3/8 de ROsmore-03

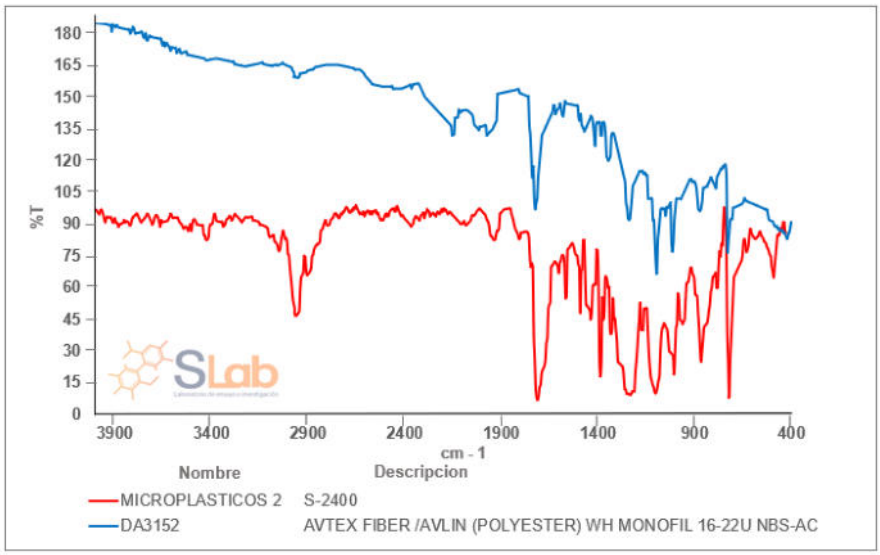


Figura 63

Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 4/8 de ROsmore-03

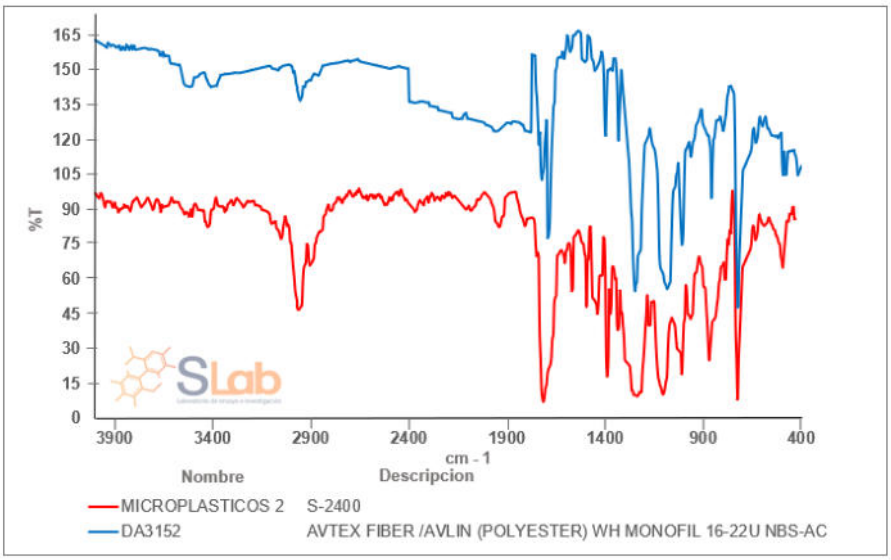


Figura 64

Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 5/8 de ROsmore-03

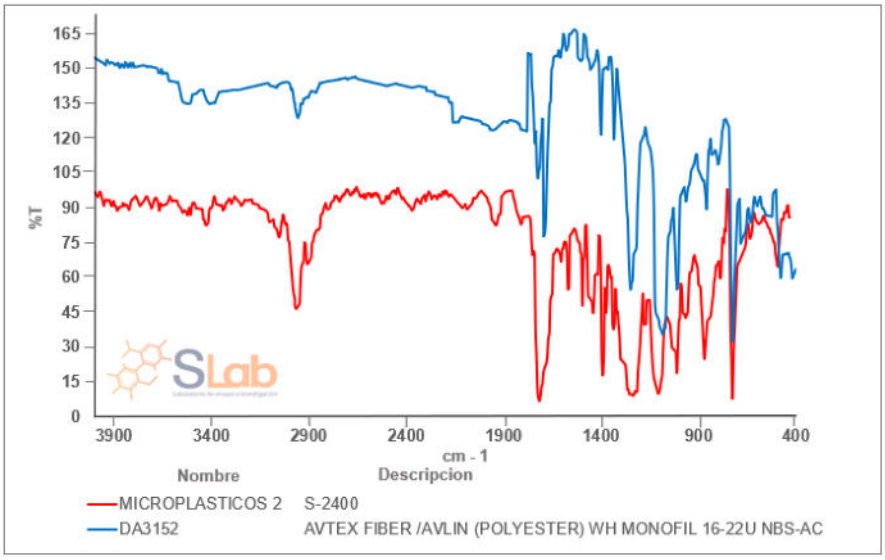


Figura 65

Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 6/8 de ROsmore-03

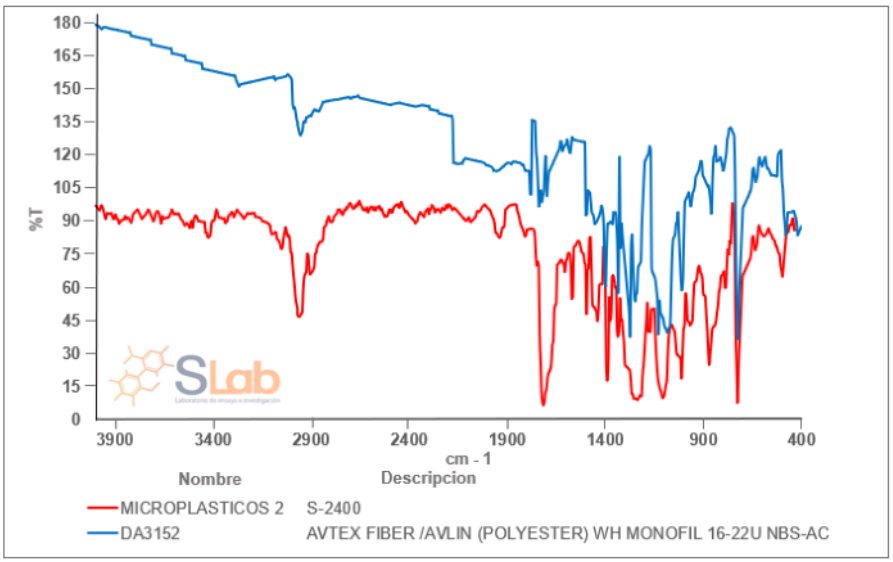


Figura 66

Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 7/8 de ROsmore-03

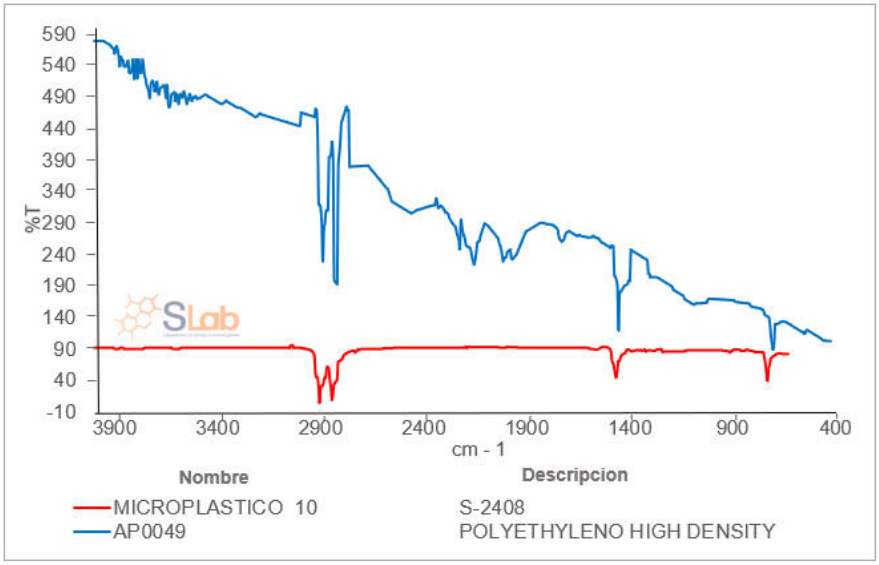


Figura 67

Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 8/8 de ROsmore-03

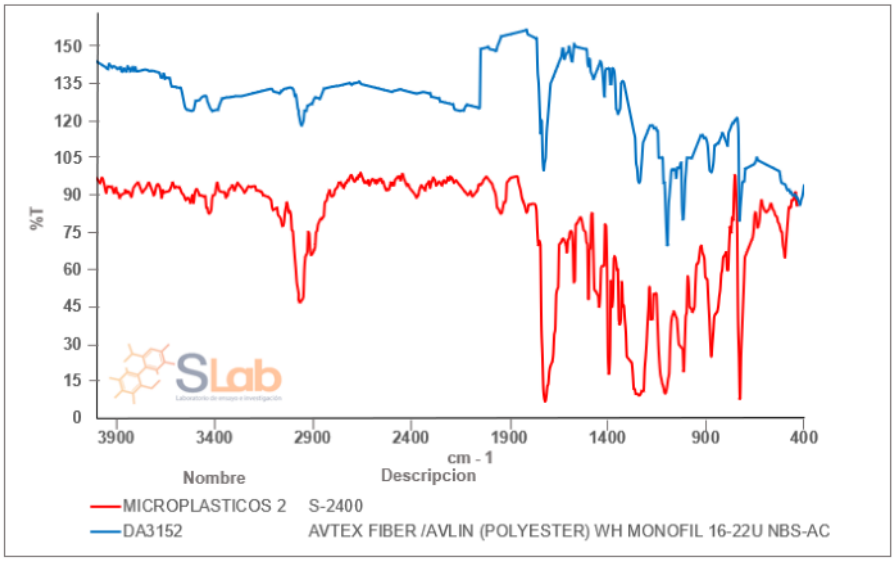


Figura 68

Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 1/4 de ROsmore-04

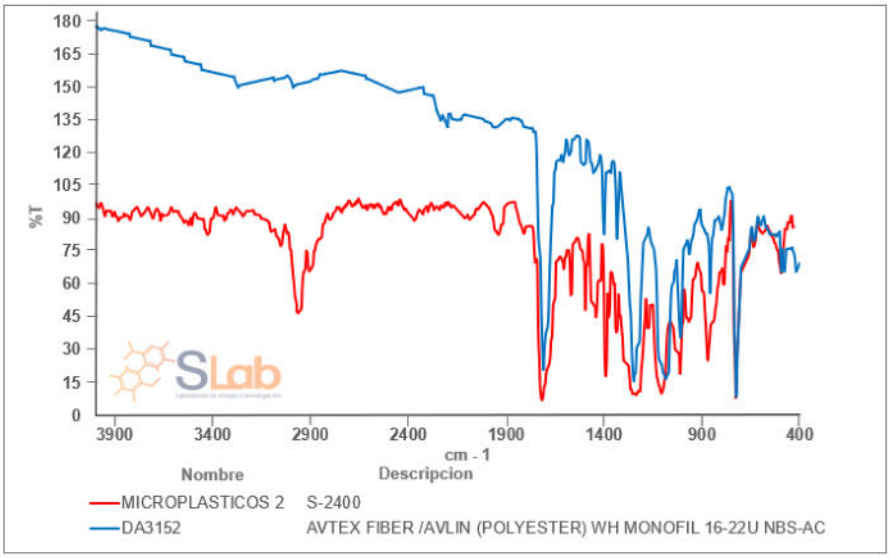


Figura 69

Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 2/4 de ROsmore-04

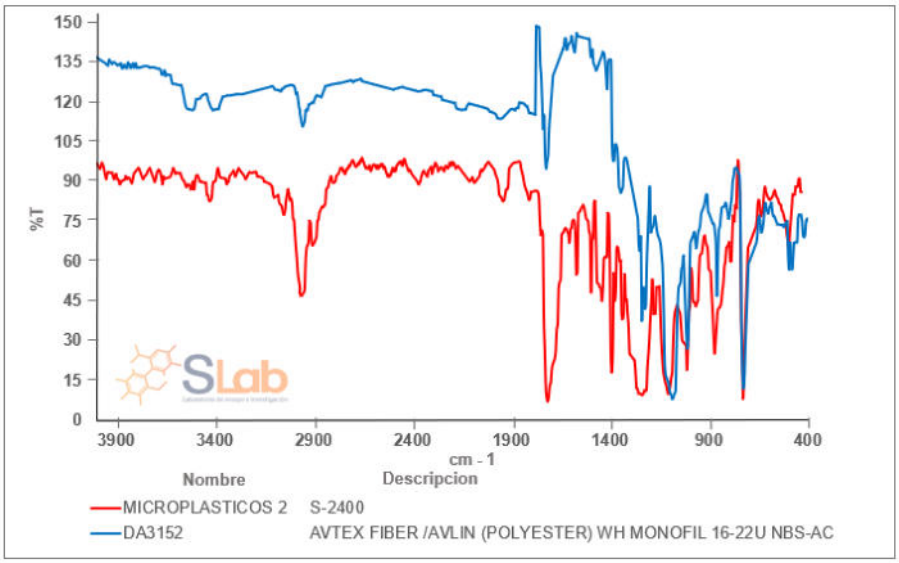


Figura 70

Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 3/4 de ROsmore-04

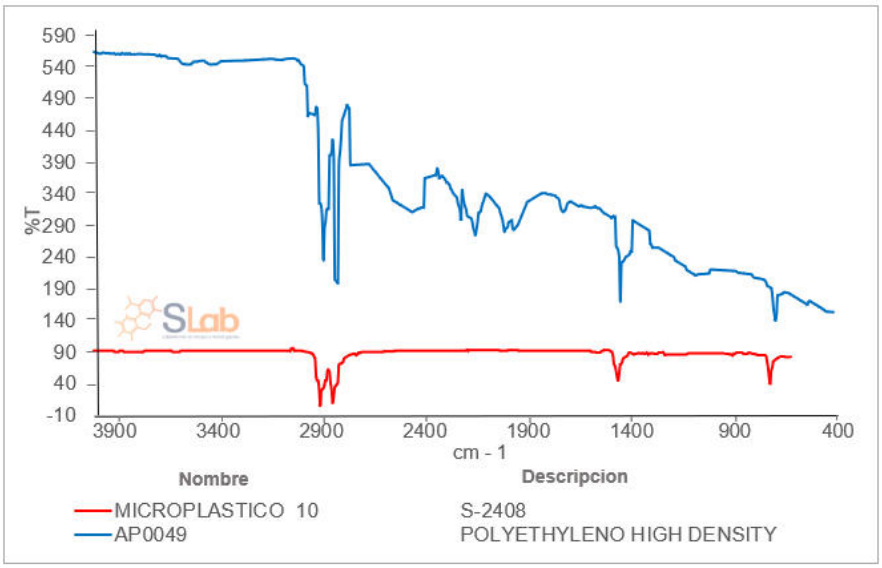


Figura 71

Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 4/4 de ROsmore-04

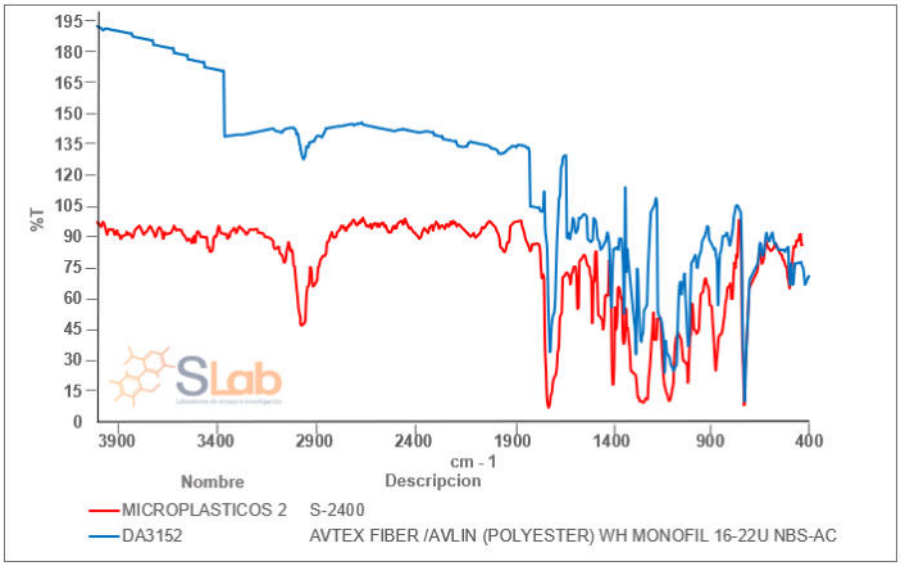


Figura 72

Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 1/1 de ROsmore-05

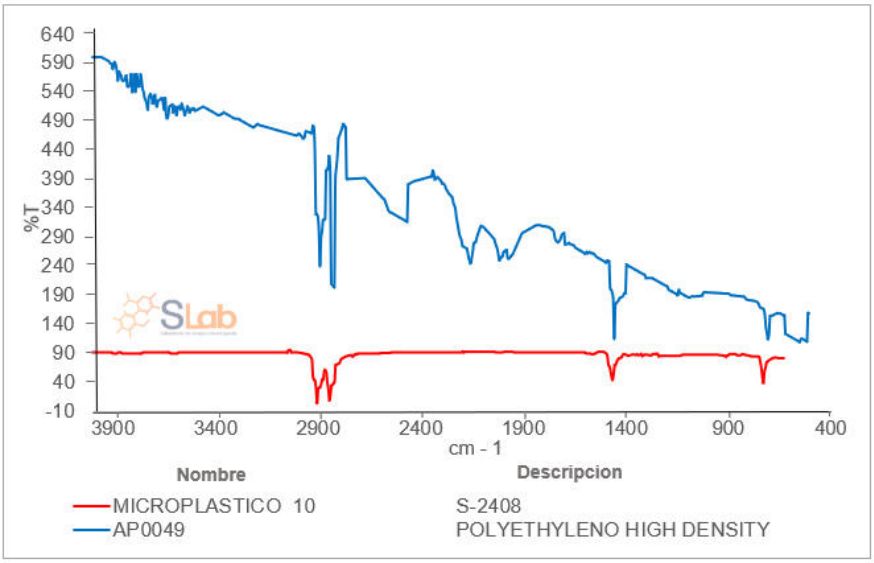


Figura 73

Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 1/3 de ROsmore-06

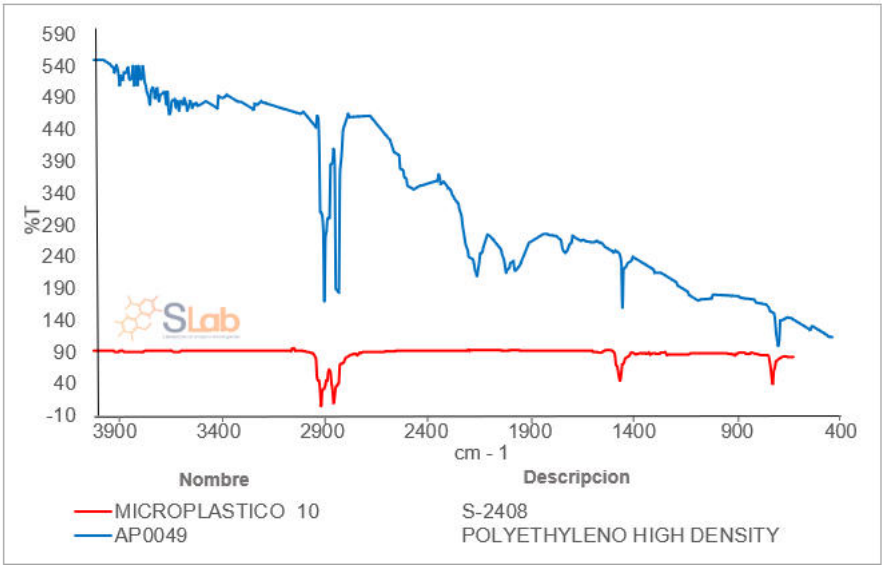


Figura 74

Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 2/3 de ROsmore-06

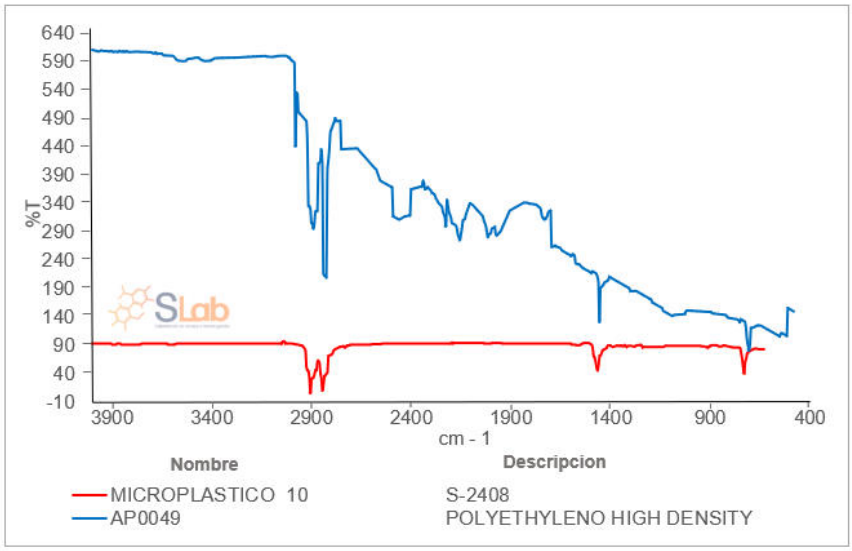


Figura 75

Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 3/3 de ROsmore-06

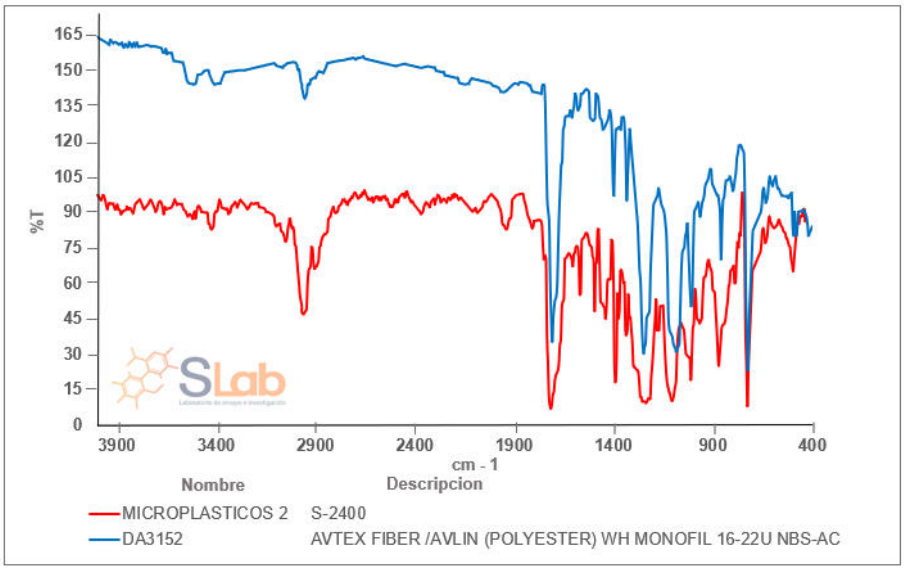


Figura 76

Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 1/4 de ROsmore-07

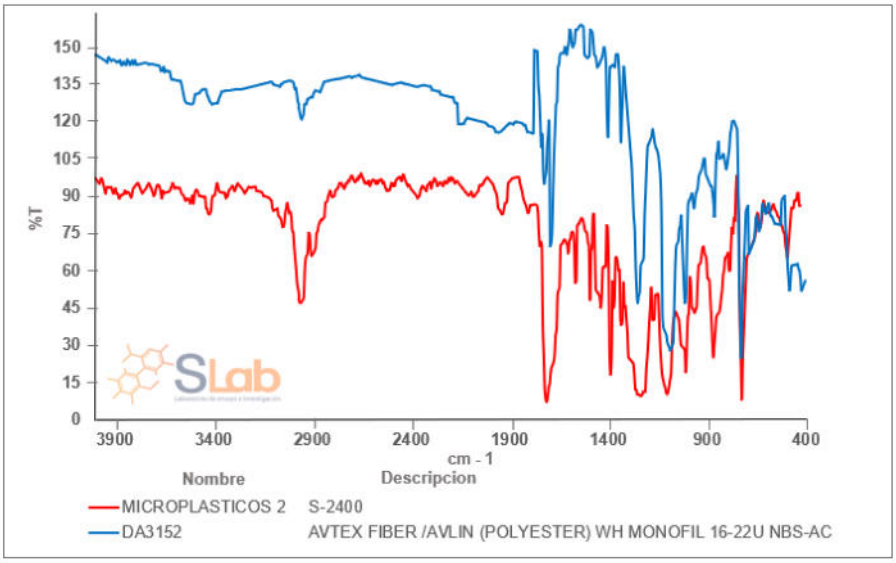


Figura 77

Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 2/4 de ROsmore-07

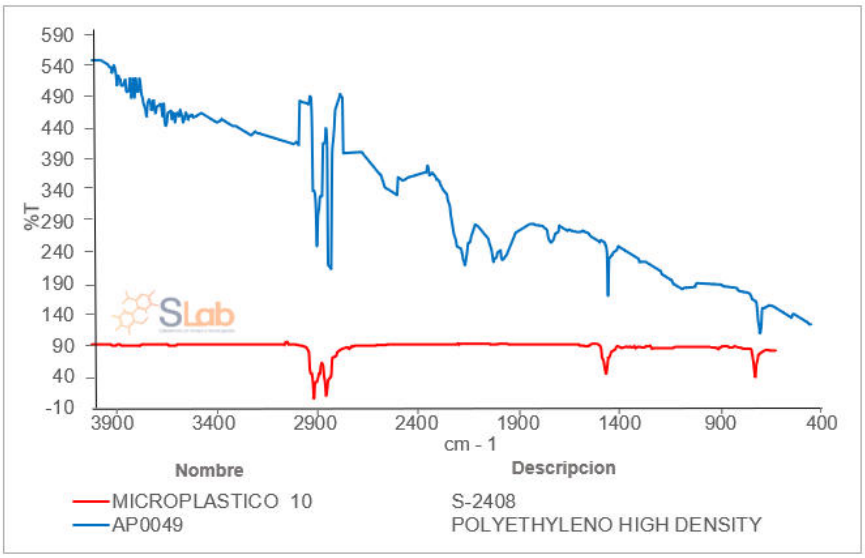


Figura 78

Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 3/4 de ROsmore-07

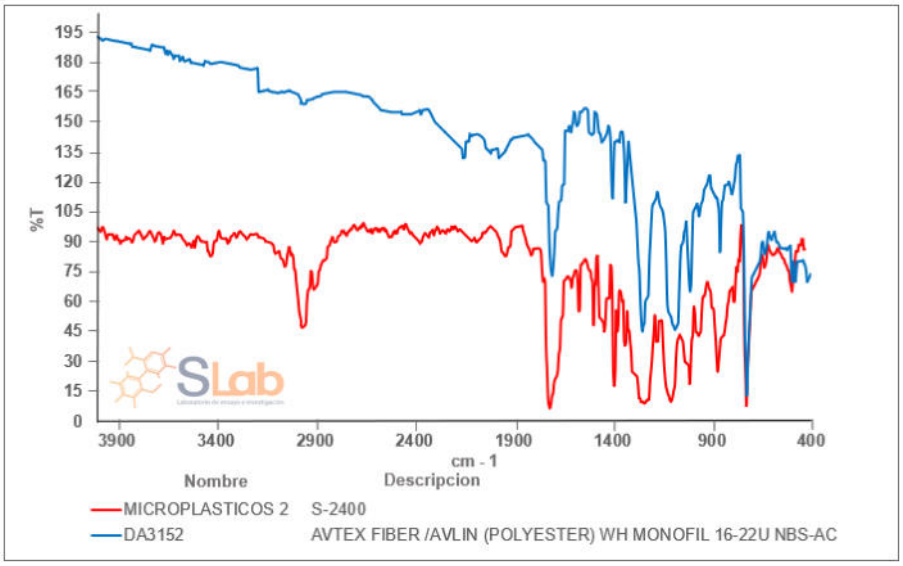


Figura 79

Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 4/4 de ROsmore-07

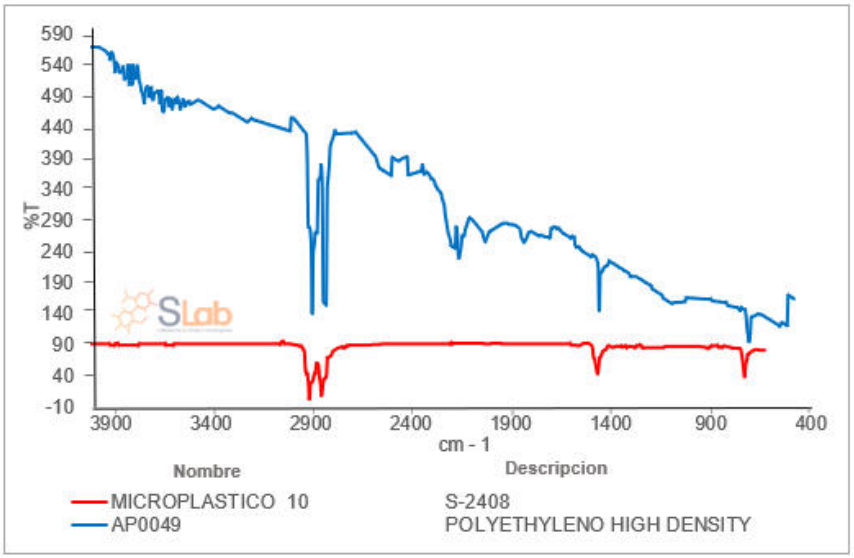


Figura 80

Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 1/3 de ROsmore-08

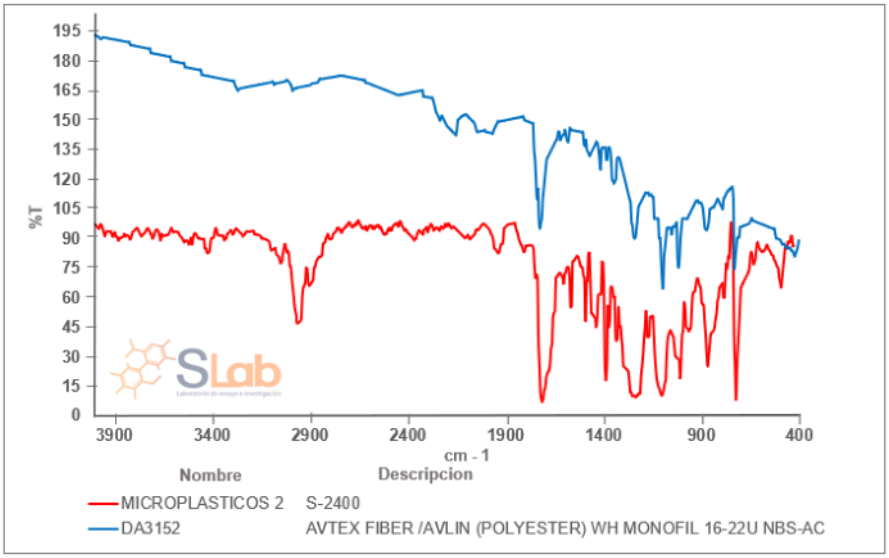


Figura 81

Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 2/3 de ROsmore-08

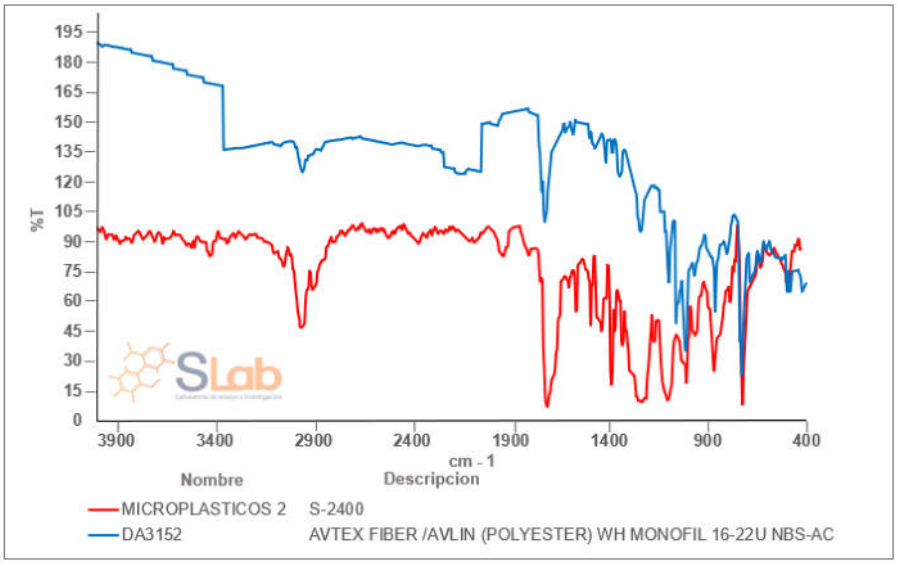


Figura 82

Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 3/3 de ROsmore-08

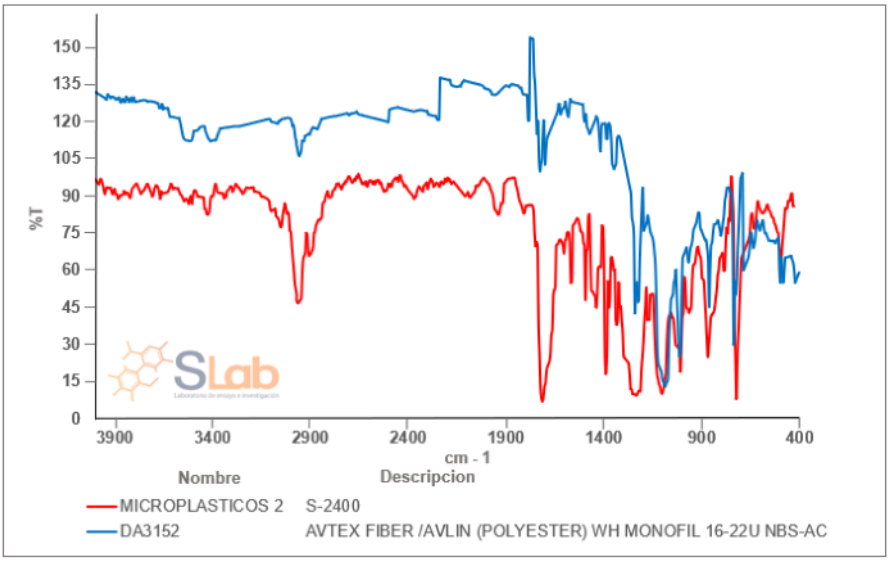


Figura 83

Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 1/3 de ROsmore-09

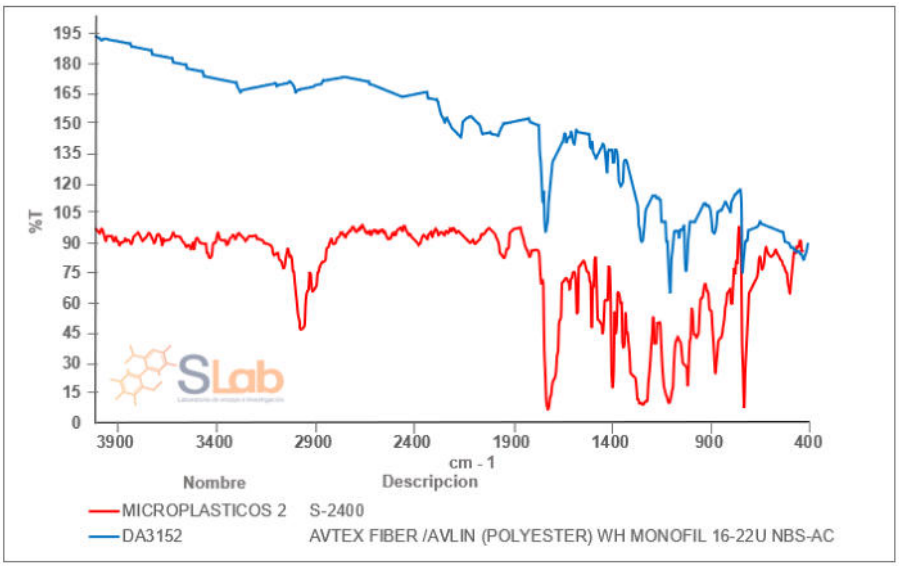


Figura 84

Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 2/3 de ROsmore-09

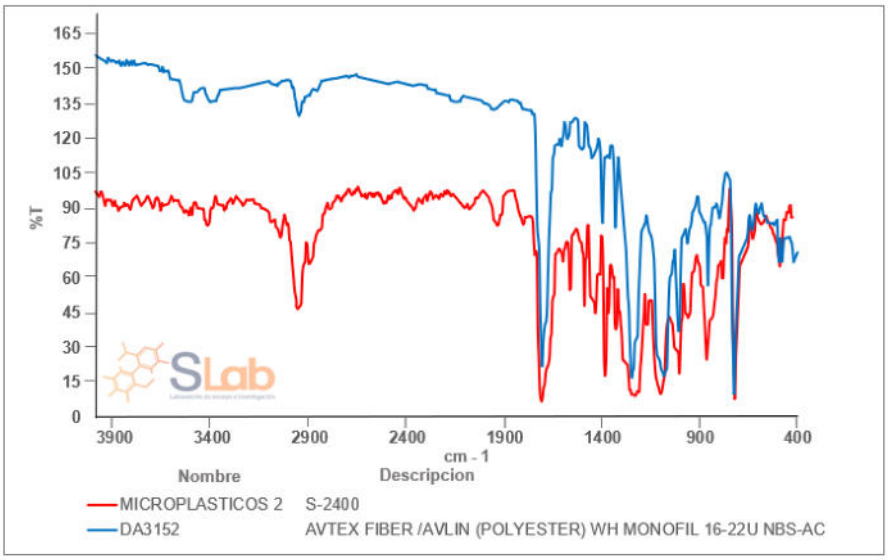


Figura 85

Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 3/3 de ROsmore-09

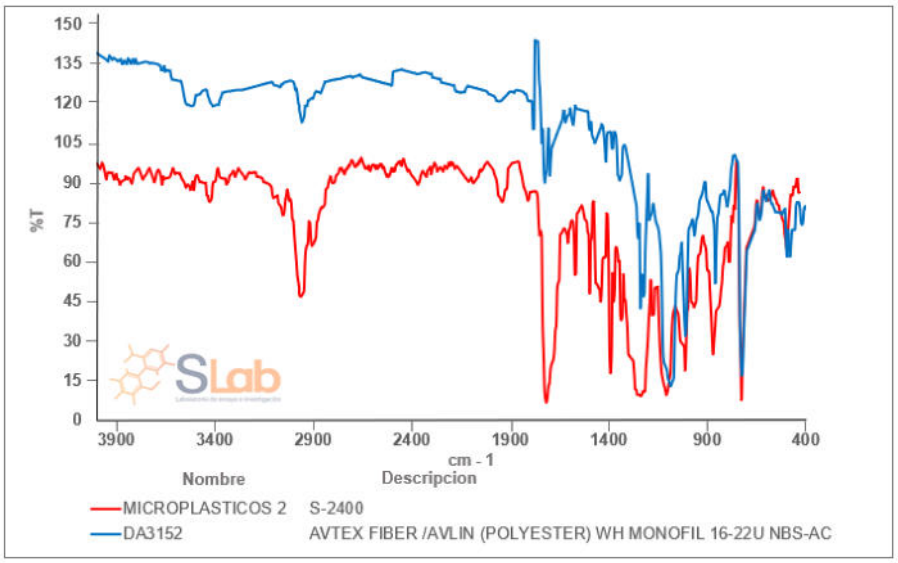


Figura 86

Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 1/6 de ROsmore-10

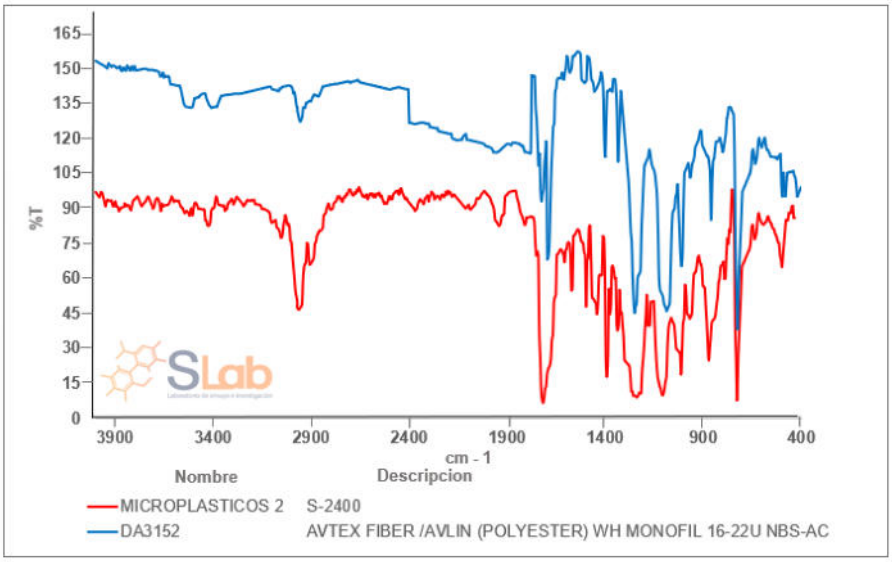


Figura 87

Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 2/6 de ROsmore-10

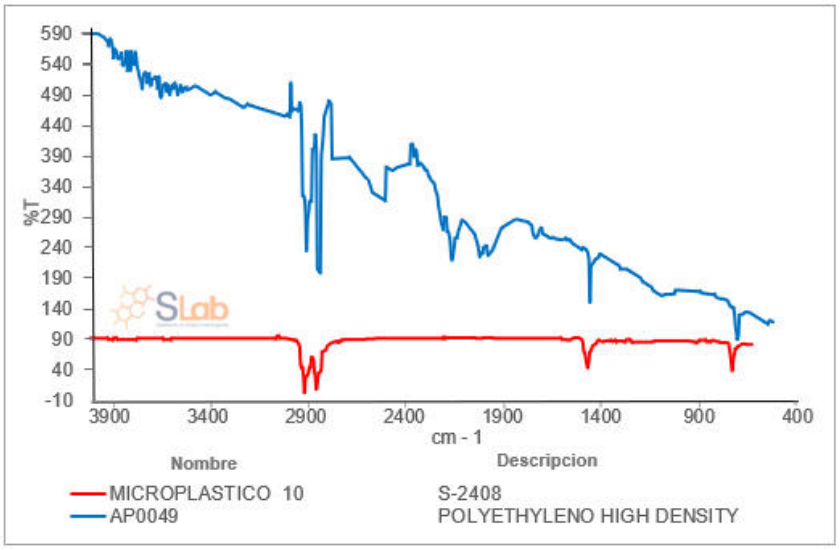


Figura 88

Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 3/6 de ROsmore-10

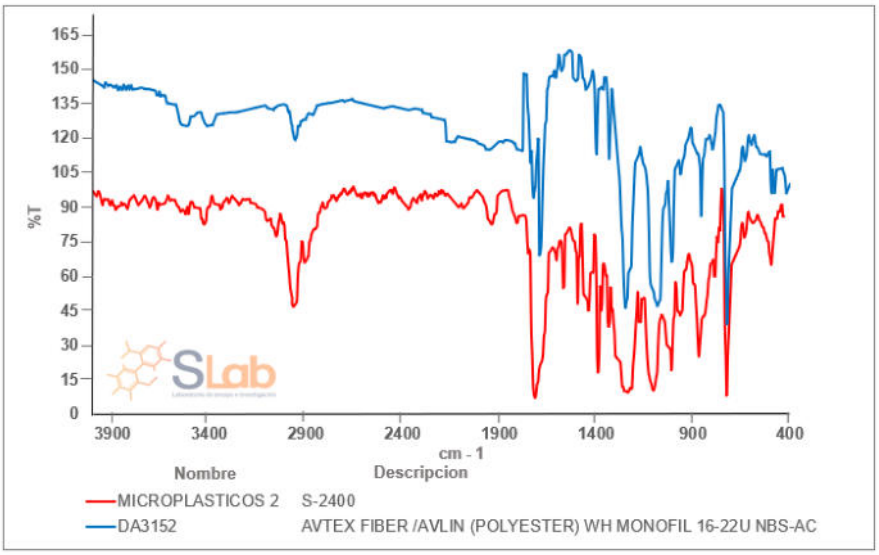


Figura 89

Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 4/6 de ROsmore-10

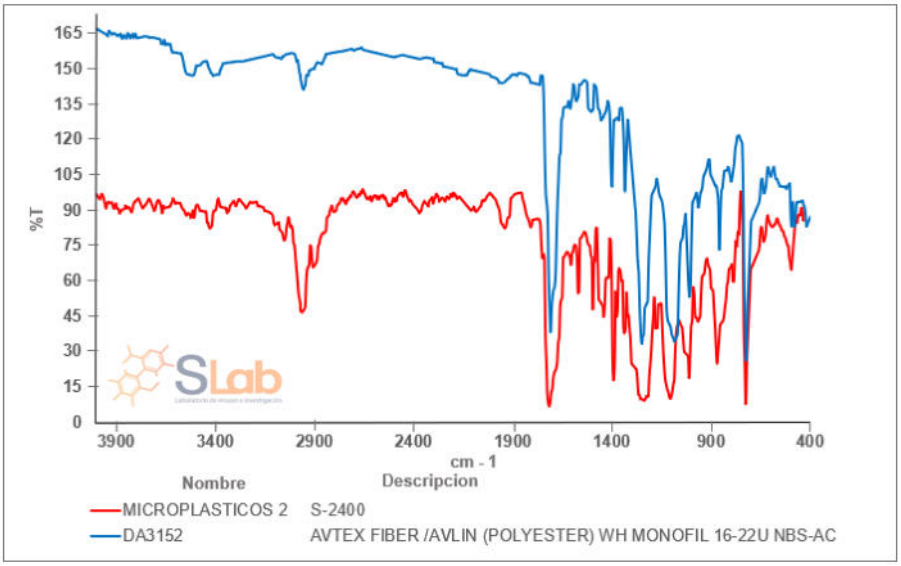


Figura 90

Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 5/6 de ROsmore-10

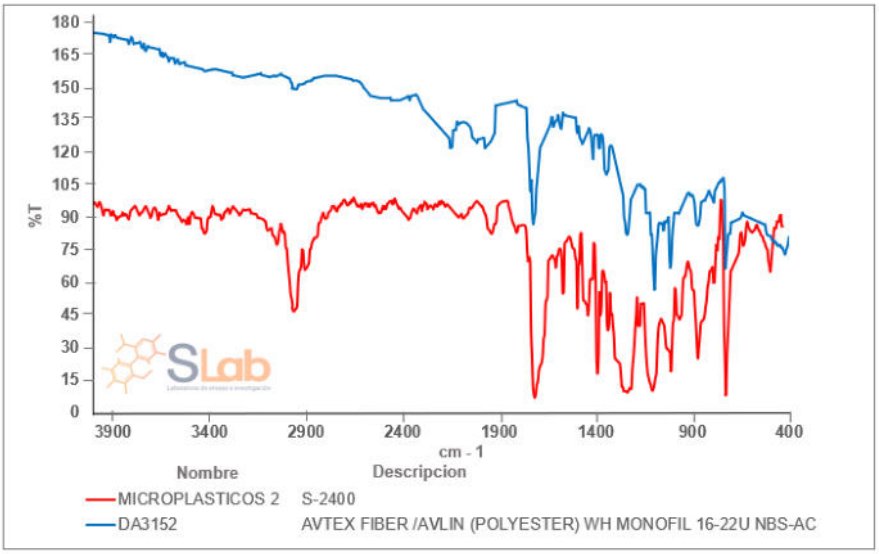
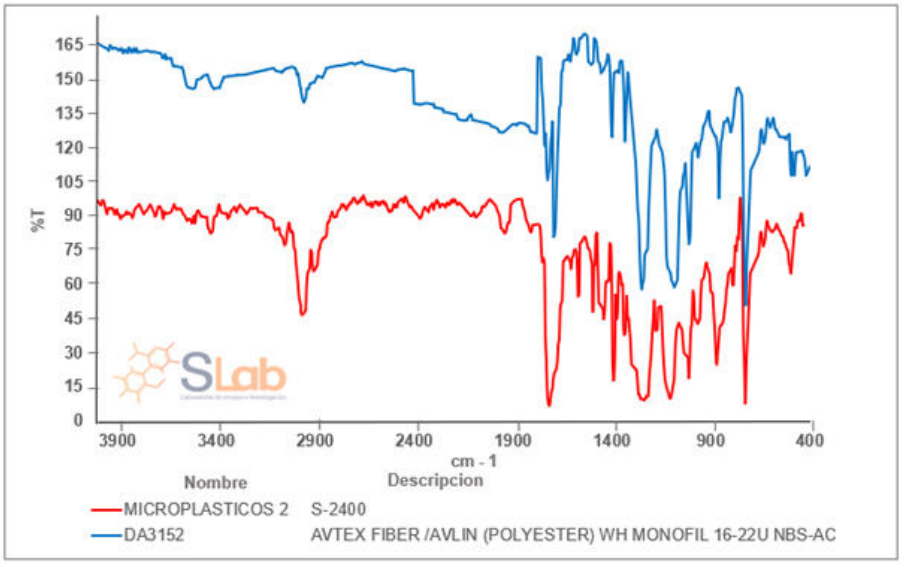
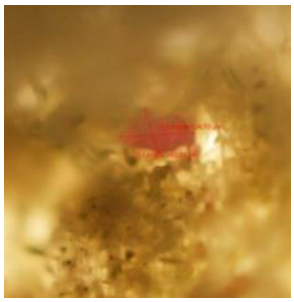
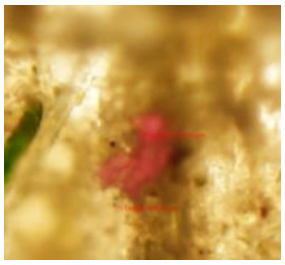
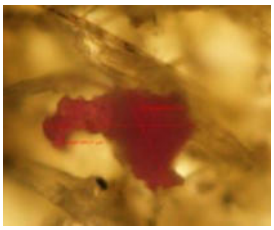
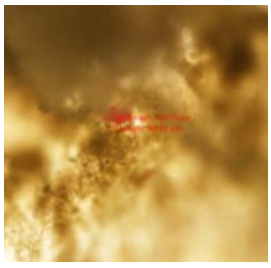
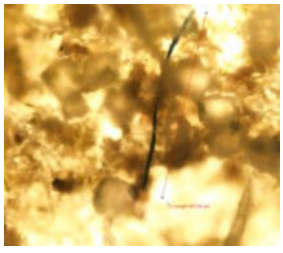


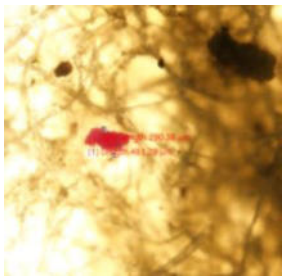
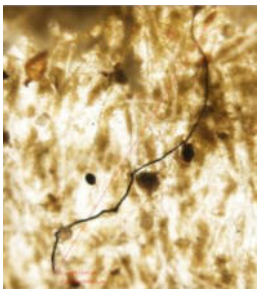
Figura 91

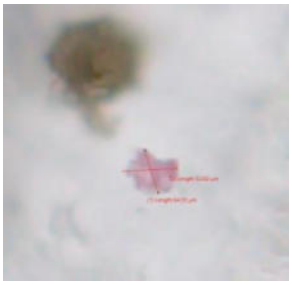
Espectro de Microscopio FTIR-ATR, muestra 6/6 de ROsmore-10

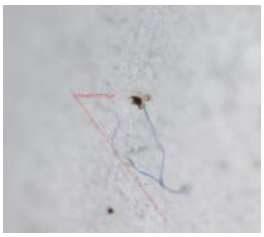
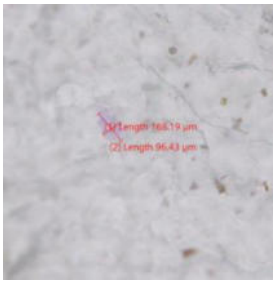
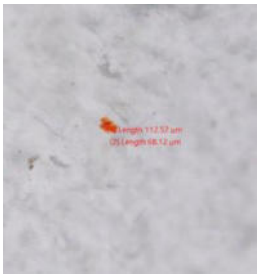
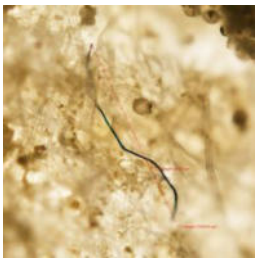
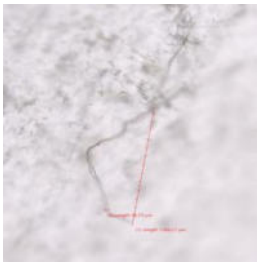


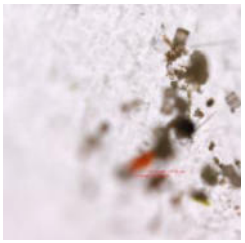
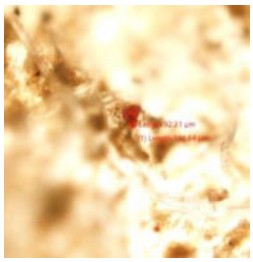
Anexos 8 Identificación de Microplásticos

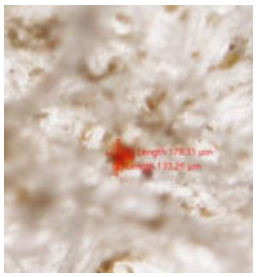
Zona	Muestra	Polímero	Color	Forma	Microplástico
Zona Alta	ROsmore_01	Poliéster	Rojo	Fragmento	
	ROsmore_01	Poliéster	Rojo	Fragmento	
	ROsmore_01	Polietileno	Rojo	Fragmento	
	ROsmore_01	Poliéster	Rojo	Película	
	ROsmore_01	Poliéster	Azul	Fibra	

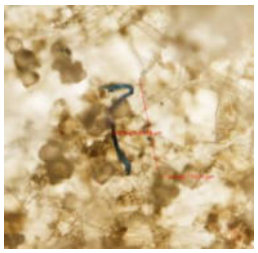
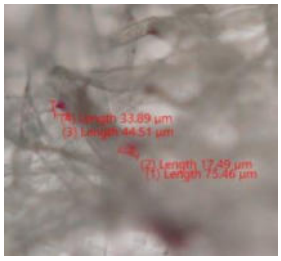
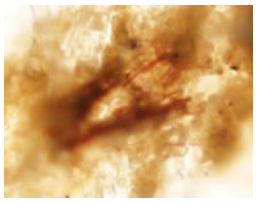
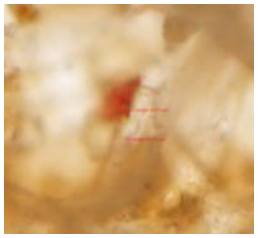
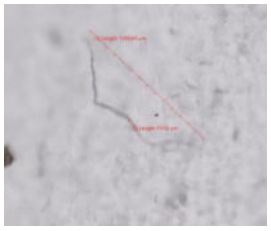
Zona Alta	ROsmore_01	Polietileno	Rojo	Fragmento	
	ROsmore_01	Poliéster	Azul	Fibra	
	ROsmore_02	Polietileno	Rojo	Fragmento	
	ROsmore_02	Polietileno	Rojo	Fragmento	
	ROsmore_02	Polietileno	Fucsia	Fragmento	
	ROsmore_02	Poliéster	Fucsia	Fragmento	

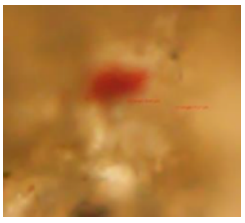
Zona Alta	ROsmore_02	Polietileno	Naranja	Fragmento	
	ROsmore_03	Poliéster	Amarillo	Fragmento	
	ROsmore_03	Poliéster	Amarillo	Fragmento	
	ROsmore_03	Poliéster	Fucsia	Fragmento	
	ROsmore_03	Poliéster	Fucsia	Fragmento	

	ROsmore_03	Poliéster	Azul	Fibra	
Zona Alta	ROsmore_03	Poliéster	Transpar nte	Fragmento	
	ROsmore_03	Polietileno	Naranja	Película	
	ROsmore_03	Poliéster	Fucsia	Fragmento	
	ROSmore_04	Poliéster	Azul	Fibra	
	ROSmore_04	Poliéster	Transparente	Fibra	

	ROSmore_04	Polietileno	Naranja	Fragmento	
Zona alta	ROSmore_04	Poliéster	Fucsia	Fragmento	
	ROsmore_05	Polietileno	Naranja	Fragmento	
Zona Baja	ROsmore_06	Polietileno	Rojo	Fragmento	
	ROsmore_06	Polietileno	Rojo	Fragmento	
	ROsmore_06	Poliéster	Transparente	Fragmento	

	ROsmore_07	Poliéster	Azul	Fibra	
Zona baja	ROsmore_07	Polietileno	Naranja	Fragmento	
	ROsmore_07	Poliéster	Rojo	Fragmento	
	ROsmore_07	Polietileno	Naranja	Fragmento	
	ROsmore_08	Poliéster	Azul	Fibra	

	ROsmore_08	Poliéster	Azul	Fibra	
	ROsmore_08	Poliéster	Fucsia	Fragmento	
Zona baja	ROsmore_09	Poliéster	Fucsia	Fragmento	
	ROsmore_09	Poliéster	Rojo	Fibra	
	ROsmore_09	Poliéster	Rojo	Fragmento	
	ROsmore_10	Poliéster	Transparente	Fibra	

	ROsmore_10	Polietileno	Amarillo	Fragmento	
	ROsmore_10	Poliéster	Fucsia	Fragmento	
	ROsmore_10	Poliéster	Rojo	Película	
Zona Baja	ROsmore_10	Poliéster	Rojo	Fragmento	
	ROsmore_10	Poliéster	Rojo	Fragmento	

Anexos 9 Constancia de uso de Laboratorio de Química *(Universidad Nacional de Moquegua)*

"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

CONSTANCIA

Por medio de la presente se hace constar que:

Los bachilleres Jackeline Dannichel Incahuanaco Naveros y Wilfredo Atencio Coila solicitaron y obtuvieron autorización para utilizar el Laboratorio de Calidad de Agua de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental con el fin de ejecutar su Proyecto de Tesis titulado:

"COMPARACIÓN DE MICROPLÁSTICOS COMPUESTOS (PP, PE, PET, HDPE Y LDPE) EN SEDIMENTOS DE ZONA ALTA Y BAJA DEL RÍO OSMORE, MOQUEGUA – PERÚ"

En el marco de dicho proyecto, los bachilleres realizaron ensayos de reconocimiento e identificación física de micro plásticos utilizando el Microscopio del laboratorio. Las actividades se llevaron a cabo desde el 23 de octubre hasta el 30 de noviembre del presente año, en el horario de 14:00 a 19:00 horas.

Se certifica que todas las actividades se realizaron de conformidad con lo acordado previamente entre los estudiantes, su asesor y el personal del laboratorio. El proyecto se ejecutó cumpliendo con los protocolos y normas establecidas por nuestra institución.

La presente constancia se expide a solicitud de los interesados para los fines que estimen convenientes.

Ilo, Moquegua 24 de junio del 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA
UNAM
Laboratorio de Calidad de Agua

Ing. Leonel Pacosonco Succapuca

Especialista de Laboratorio

Anexos 10 Certificado de Acreditación por INACAL



Certificado

INACAL
Instituto Nacional de Calidad
Acreditación

La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad – INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, **OTORGA** el presente certificado de Acreditación a:

SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS S.A.C.

Laboratorio de Ensayo

En su sede ubicada en: Calle 22 Mz E Lt 7 Urbanización Vipol de Naranjal, distrito de San Martin de Porres, provincia y departamento de Lima

Con base en la norma

NTP-ISO/IEC 17025:2017 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración

Facultándolo a emitir Informes de Ensayo con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-06P-21F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número de registro indicado líneas abajo.

Fecha de Acreditación: 21 de julio de 2023
Fecha de Vencimiento: 20 de julio de 2026

Firmado digitalmente por AGUILAR RODRIGUEZ Lidia Patricia FAU 20600283015 soft
Fecha: 2023-08-18 08:52:23
Motivo: Soy el Autor del Documento

PATRICIA AGUILAR RODRÍGUEZ
Directora (d.t.), Dirección de Acreditación - INACAL

Cedula N°: 228-2023-INACAL/DA
Contrato N°: 039-2023/INACAL-DA
Registro N°: LE - 211

Fecha de emisión: 15 de agosto de 2023

El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y cédula de notificación dado que el alcance puede estar sujeto a ampliaciones, reducciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe confirmarse en la página web www.inacal.gob.pe/acreditacion/categoria/acreditados y/o a través del código QR al momento de hacer uso del presente certificado.

La Dirección de Acreditación del INACAL es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Multilateral (MLA) de Inter American Accreditation Cooperation (IAAC) e International Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC)

DA-acr-01P-02M Ver. 03

"UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA"

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

FORMATO DE AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UNAM

Formulario de autorización para la publicación electrónica en la página web del Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Moquegua, de conformidad con la Ley N° 30035 Ley que regula el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto y Resolución de Comisión Organizadora N° 041-2022-UNAM que aprueba el Reglamento que regula el Repositorio Institucional Digital de la UNAM.

1. DATOS DEL AUTOR

Nombres y Apellidos : Jackeline Dannichel Incahuanaco Naveros
DNI/Carnet de Extranjería/Pasaporte N° : 75395633
Correo electrónico : jdnaveros@gmail.com
Teléfono/Celular : 961041285

2. GRADO, TITULO O ESPECIALIZACIÓN (Marque con una X)

Bachiller	Título Profesional	Magister	Doctor	Segunda Especialidad
	X			

3. TIPO DE PUBLICACIÓN (Marque con una X)

a) Articulo ( )
b) Tesis de pregrado (X)
c) Tesis de Maestría ( )
d) Tesis de Doctorado ( )
e) Monografía ( )
f) Reporte de caso científico o hallazgos ( )
g) Libro ( )
h) Parte de un libro ( )
i) Revisión ( )
j) Conferencia ( )
k) Presentación ( )
l) Artículo preliminar ( )
m) Articulo antes de ser publicado ( )
n) Artículo de prensa ( )
o) Documentos internos ( )
p) Imagen ( )
q) Documentos técnicos ( )
r) Ponencias presentadas en eventos científicos (Jornada, Congreso, Simposio Conferencias, etc.) ( )
s) Informes de suficiencia profesional ( )
t) Patentes producidas por académicos/as ( )

4. TIPO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (Marque con una X)

a) Tesis (X)
b) Trabajo de Investigación ( )
c) Trabajo de suficiencia profesional ( )
d) Trabajo académico ( )

5. DATOS DE LA PUBLICACION

a) Título : "Comparacion de Microplasticos Compuestos (PP, PE, PET, HDPE Y LDPE) en Sedimentos de Zona Alta y Baja del Rio Osmore, Moquegua - Peru"
b) Campo del conocimiento OCDE (Indicar el código de clasificación OCDE de la obra : https://catalogos.concytec.gob.pe/vocabulario/ocde_ford.html) : 2.07.00
c) Fecha de publicación : 28 de Junio del 2024

6. DATOS DEL ASESOR:

a) Nombres y Apellidos : Milko Raul Rivera Campano
b) DNI/Pasaporte/Cédula : 29414070
c) ORCID : 0000-0002-4313-037X

FIRMA :

DOCUMENTO DE IDENTIDAD : 75395633
NOMBRES Y APELLIDOS : Jacksetine Dannichel Incahuanaco Naveros

"UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA"

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

LICENCIAS

Licencia Estándar

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional Digital de la UNAM.

Con la autorización de depósito da mi trabajo de investigación, otorgo a la Universidad Nacional de Moquegua, una Licencia No Exclusiva para reproducir. distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi trabajo de investigación (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios provistos por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Institucional Digital de la UNAM, Colección de Tesis, entre otros, en el Perú y en el extranjero, por el tiempo y veces que considere necesarias, y libre de remuneraciones.

En virtud de dicha Licencia, la UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA, podrá reproducir mi trabajo de investigación en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con los propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que el trabajo de investigación es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, o coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicho trabajo de investigación no infringe derechos de autor de terceras personas.

La UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA consignara el nombre del/los autor/es del trabajo de investigación, y no le hará ninguna modificación más de la permitida en la presente licencia.

Autorizo el depósito (marque con una X).

(X) **SI autorizo que se deposite inmediatamente.**

FIRMA : .....

DOCUMENTO DE IDENTIDAD : 75395633

NOMBRES Y APELLIDOS : Jackeline Dannichel Incahuanaco Navetos

FECHA : 18 de Julio del 2024



DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN / TESIS / TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Yo, Jackeline Dannichel Incahuanaco Naveros,
bachiller de la Escuela Profesional de: Ingenieria Ambiental
,
de la Universidad Nacional de Moquegua, identificado(a) con DNI N°. 75395633, autor(a) del Trabajo de Investigación / Tesis / Trabajo de suficiencia profesional, denominado:
"Comparacion de Microplasticos Compuestos (PP, PE, PET, HDPE Y LDPE) en Sedimentos de Zona Alta y Baja del Rio Osmore, Moquegua - Peru"

Declaro bajo juramento que:

1. El trabajo de investigación es auténtico, siendo resultado de mi trabajo personal, que no se ha copiado, que no se ha utilizado ideas, formulaciones, citas integrales e ilustraciones diversas, sacadas de cualquier tesis, obra, artículo, memoria, etc., (en versión digital o impresa), sin mencionar de forma clara y exacta su origen o autor, tanto en el cuerpo del texto, figuras, cuadros, tablas u otros que tengan derechos de autor. Por tanto, el trabajo de investigación no ha sido plagiado total ni parcialmente.
2. El trabajo de investigación no ha sido autoplagiada, es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
3. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presentan en el trabajo de investigación constituirán aporte a la realidad investigada.

Soy consciente de que, el hecho de no respetar los derechos de autor y hacer plagio, es objeto de sanciones universitarias y/o legales, por lo que asumo cualquier responsabilidad que pudiera derivarse de irregularidades en el trabajo de investigación, así como de los derechos sobre la obra presentada.

Moquegua, 19 de Julio del 2024



Huella digital

Nombres y Apellidos: Jackeline Dannichel Incahuanaco Naveros
DNI: 75395633

INFORME DE ANÁLISIS
magister

TESIS_COMPARACION DE MICROPLASTICOS

7% Textos sospechosos

- 7% Similitudes
  < 1% similitudes entre comillas
- < 1% Idioma no reconocido
- 0% Textos potencialmente generados por la IA

Nombre del documento: TESIS_COMPARACION DE MICROPLASTICOS.pdf
ID del documento: 51d5a7aa92905bfeade5e94ad93f8d0bfabcc763
Tamaño del documento original: 8,5 MB

Depositante: MILKO RAUL RIVERA CAMPANO
Fecha de depósito: 19/12/2023
Tipo de carga: interface
fecha de fin de análisis: 19/12/2023

Número de palabras: 22.245
Número de caracteres: 154.402

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes de similitudes

Fuentes principales detectadas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	**repositorio.unam.edu.pe** | Determinación de microplásticos en especies ícticas e i... http://repositorio.unam.edu.pe/bitstream/UNAM/257/1/D095_70805185_T-1634165269.pdf 5 fuentes similares	1%		Palabras idénticas: 1% (328 palabras)
2	**1library.co** | UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA ESCUELA PROFESIONAL DE I... https://1library.co/document/yj7xjlk-universidad-nacional-moquegua-escuela-profesional-ingenieri... 3 fuentes similares	1%		Palabras idénticas: 1% (268 palabras)
3	**repositorio.unam.edu.pe** https://repositorio.unam.edu.pe/server/api/core/bitstreams/6c498880-4e16-4454-9a15-c2e47ce69... 13 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (164 palabras)
4	**tesis.pucp.edu.pe** https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio//bitstream/20.500.12404/15030/1/MANRIQUE_MUÑANTE_RUB... 9 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (149 palabras)
5	**repositorio.upn.edu.pe** https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/30390/Tesis.pdf?sequence=14 13 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (149 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	**dspace.udla.edu.ec** | Análisis comparativo de microplásticos entre playas y estuari... http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/12801/1/UDLA-EC-TIAM-2020-44.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (34 palabras)
2	**repositorio.upse.edu.ec** | Microplásticos en mejillones, Mytella guyanensis, captur... https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/8106/4/UPSE-TBM-2022-0024.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (31 palabras)
3	**repositorio.upse.edu.ec** https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/9654/1/UPSE-TBI-2023-0027.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (32 palabras)
4	**repositoriosdigitales.mincyt.gob.ar** | Descripción: Estudio de microplásticos en la ... https://repositoriosdigitales.mincyt.gob.ar/vufind/Record/SEDICI_86be5e5d8f75f867f8b777fb22ef7e7f	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (36 palabras)
5	**www.fao.org** http://www.fao.org/3/a-i7677e.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (28 palabras)

Fuentes mencionadas (sin similitudes detectadas)

Estas fuentes han sido citadas en el documento sin encontrar similitudes.

1 https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2021.146700
2 https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112880
3 https://repositorio.unam.edu.pe/handle/UNAM/257
4 https://doi.org/10.1016/j.watres.2015.02.012
5 https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.11.022

DECENIO DE LA IGUALDAD DE OPORTUNIDADES PARA MUJERES Y HOMBRES
"AÑO DEL BICENTENARIO, DE LA CONSOLIDACIÓN DE NUESTRA INDEPENDENCIA, Y DE LA CONMEMORACIÓN DE LAS HEROICAS BATALLAS DE JUNÍN Y AYACUCHO"

RESOLUCIÓN DE COMISIÓN ORGANIZADORA Nº 647 -2024-UNAM/CO

Moquegua, 26 de septiembre de 2024

LA COMISIÓN ORGANIZADORA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

VISTOS:

El Acuerdo de Sesión Ordinaria de Comisión Organizadora de fecha 26 de septiembre de 2024; PROVEÍDO N° 11226-2024 de fecha 23 de septiembre de 2024 emitido por la Presidencia de la Comisión Organizadora; INFORME N° 491-2024-UNAM-CO-P/SG de fecha de recepción 23 de septiembre de 2024 emitido por la Secretaria General; CARTA Nº 148-2024-GYT/UNAM-PCAS de fecha de recepción 18 de septiembre de 2024 emitido por el Área de Grados y Títulos; Sobre el otorgamiento del Título Profesional de Ingeniero Ambiental y demás documentos que escoltan el expediente administrativo, y;

CONSIDERANDO:

Que, la Constitución Política del Perú en su artículo 18º prevé que cada Universidad es autónoma en su régimen normativo, de gobierno, académico, administrativo y económico, y el artículo 8º de la Ley Nº 30220, Ley Universitaria, establece que la referida autonomía inherente a las Universidades, se ejerce de conformidad con la Constitución y las Leyes de la República e implica las organizaciones de su sistema académico, económico y administrativo, así como la administración de sus bienes y rentas, elaborar su presupuesto y aplicar sus fondos con la responsabilidad que impone la Ley;

Que, de conformidad con la Ley N° 28520 de fecha 23/05/2005, se creó la Universidad Nacional de Moquegua, cuyo artículo 1º dispone: "créase la Universidad Nacional de Moquegua como persona jurídica de derecho público interno, con sede en la ciudad de Moquegua, Provincia de Mariscal Nieto, Departamento de Moquegua". Asimismo, a través de la Resolución del Consejo Directivo N° 103-2017-SUNEDU/CD, el Concejo Directivo de la SUNEDU, le otorgó la Licencia Institucional a la Universidad Nacional de Moquegua; la misma que fue modificada a través de la Resolución del Consejo Directivo N° 135-2022-SUNEDU/CD;

Que, el artículo 29° de la Ley Universitaria, Ley N° 30220, establece que, aprobada la ley de creación de una universidad pública, el Ministerio de Educación (MINEDU), constituye una Comisión Organizadora integrada por tres (3) académicos de reconocido prestigio, que cumplan los mismos requisitos para ser Rector (…). Esta Comisión tiene a su cargo la aprobación del estatuto, reglamentos y documentos de gestión académica y administrativa de la universidad, formulados en los instrumentos de planeamiento, así como su conducción y dirección hasta que se constituyan los órganos de gobierno que, de acuerdo a la presente Ley, le correspondan";

Que, mediante Resolución Viceministerial Nº 011-2024-MINEDU de fecha 31/01/2024, se reconformó la Comisión Organizadora de la Universidad Nacional de Moquegua, integrada por los académicos: Dr. Jorge Lázaro Franco Medina, como Presidente; Dr. Edwin Molina Porcel, como Vicepresidente Académico y Dr. Avid Roman Gonzalez, como Vicepresidente de Investigación;

Que, el artículo 58° de la Ley Universitaria, Ley Nº 30220, concordado con el artículo 14º del Estatuto de la Universidad Nacional de Moquegua, aprobado con Resolución de Comisión Organizadora Nº 578-2021-UNAM, establecen que el **Consejo Universitario es el máximo órgano de gestión, dirección y ejecución académica y administrativa de la universidad.** En el caso de la Universidad Nacional de Moquegua, dada su condición y naturaleza, corresponde ejercer dicha atribución a la Comisión

Domicilio Fiscal: Prolongación Av., Ancash S/N - Moquegua
RUC: 20449347448 - Teléfono: (053) 670168
Página Web: www.unam.edu.pe

Organizadora quien hace las veces de Consejo Universitario, disposición relacionada con la Resolución Viceministerial N° 244-2021-MINEDU y sus modificatorias;

Que, el artículo 44° de la Ley Nº 30220, Ley Universitaria, señala que las universidades otorgan los grados académicos de Bachiller, Maestro, Doctor y los Títulos Profesionales que correspondan, a nombre de la Nación (...);

Que, el numeral 45.2 del artículo 45° de la Ley Nº 30220, Ley Universitaria, precisa **los requisitos mínimos para la obtención del título profesional, como son: el grado de Bachiller y la aprobación de una tesis** o trabajo de suficiencia profesional. Asimismo, establece que el título profesional solo se puede obtener en la universidad en la cual se haya obtenido el grado de bachiller;

Que, mediante Resolución de Comisión Organizadora Nº 1153-2021-UNAM, se aprobó el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Moquegua, el mismo que fue modificado a través de las Resoluciones de Comisión Organizadora N° 410, 453 y 890-2022; N° 880-2023 y N° 081, 484-2024-UNAM el cual establece los requisitos y norma los procedimientos para la obtención de los grados académicos y títulos profesionales conferidos por esta Casa Superior de Estudios;

Que, mediante Carta Nº 148-2024-GYT/UNAM-PCAS de fecha 18.09.2024, el Especialista del Área de Grados y Títulos, remite a Secretaria General, el expediente de un (1) bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, quien se encuentra apto para la expedición del Título Profesional de Ingeniero Ambiental por la modalidad de sustentación de tesis, al haber cumplido satisfactoriamente con los requisitos legales y reglamentarios[1], exigidos en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Moquegua, conforme lo señala la Dirección de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, razón por la cual la Secretaría General a petición de la PCO incluye el expediente como punto de agenda para ser tratado en Sesión de Comisión Organizadora de fecha 26 de septiembre de 2024;

Que, se ha establecido como atribución de la Comisión Organizadora de la UNAM, la facultad de conferir los grados académicos y los títulos profesionales (...), por lo que en mérito al pedido del

---

[1] Artículo 122°. - Requisitos para la obtención del Título Profesional
Para obtener el Título Profesional el interesado deberá presentar ante su Escuela Profesional un expediente con la siguiente documentación:

a. Solicitud dirigida al Director de la Escuela Profesional o quien haga sus veces, indicando la fecha y numero de comprobante de pago.
b. Dos (2) fotografías de frente, tamaño pasaporte a color con fondo blanco (con traje formal); para garantizar la seguridad ciudadana.
c. Dos ejemplares de la Tesis, del Trabajo de Suficiencia Profesional o Informe del Examen Profesional en físico, uno para la Biblioteca y otro para la Escuela Profesional, y un CD con la versión digital.
d. Formulario de autorización del graduado para la publicación de la Tesis, Trabajo de Suficiencia Profesional o Informe de Examen Profesional en el repositorio.
e. Declaración Jurada de originalidad de la Tesis, Trabajo de Suficiencia Profesional o Informe de Examen Profesional.

La Escuela Profesional es responsable de completar el expediente del bachiller en un plazo máximo de 3 días hábiles y derivar a la Oficina de Secretaría General, adjuntando los siguientes documentos:

a. Copia del acta de sustentación indicando la modalidad de obtención del título profesional.
b. Constancia de "no adeudo" de Bienes a la Universidad, bienes a los Laboratorios Básicos y de Especialidad, material bibliográfico; dichos documentos deberán ser refrendados por los responsables a cargo.

Domicilio Fiscal: Prolongación Av., Ancash S/N - Moquegua
RUC: 20449347448 - Teléfono: (053) 670168
Página Web: www.unam.edu.pe

Secretario General y debatido el caso en Sesión Ordinaria de fecha 26 de setiembre de 2024, se acordó por unanimidad **conferir a nombre de la Nación el Título Profesional de Ingeniero Ambiental, por la modalidad de la Sustentación de Tesis, a un (1) Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Nacional de Moquegua**;

Que, estando en uso de las facultades y atribuciones conferidas en el artículo 18° de la Constitución Política del Perú; la Ley N° 30220, Ley Universitaria; el Documento Normativo denominado: "Disposiciones para la Constitución y Funcionamiento de las Comisiones Organizadoras de las Universidades Públicas en proceso de Constitución", aprobado mediante la Resolución Viceministerial N° 244-2021-MINEDU y sus modificatorias, y en la Resolución Viceministerial Nº 011-2024-MINEDU, así como en el Estatuto de la Universidad Nacional de Moquegua y demás normas concordantes;

SE RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO: CONFERIR, a nombre de la Nación el **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL** por la modalidad de Sustentación de Tesis, al Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingenierías y Arquitectura de la Universidad Nacional de Moquegua, de acuerdo al siguiente detalle:

1. **JACKELINE DANNICHEL INCAHUANACO NAVEROS**

TESIS : "COMPARACIÓN DE MICROPLÁSTICOS COMPUESTOS (PP, PE, PET, HDPE Y LDPE EN SEDIMENTOS DE ZONA ALTA y BAJA DEL RIO OSMORE, MOQUEGUA - PERU", cuyo Asesor fue el Dr. Milko Raul Rivera Campano.

ARTÍCULO SEGUNDO: AUTORIZAR, a la Secretaria General de la Universidad Nacional de Moquegua, expedir y registrar el Diploma correspondiente para su otorgamiento.

ARTÍCULO TERCERO: ENCARGAR al Área de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Moquegua, para que realice las acciones pertinentes conducentes, relacionadas con la inscripción de los grados y títulos en el Registro de Grados y Títulos de la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria - SUNEDU.

ARTÍCULO CUARTO: NOTIFICAR, la presente Resolución a todas las instancias y dependencias administrativas y académicas de la Universidad Nacional de Moquegua, para su conocimiento, cumplimiento y demás fines pertinentes.

ARTÍCULO QUINTO: ENCARGAR, a la Oficina de Tecnología de la Información, la publicación de la presente Resolución en el portal de transparencia de la Universidad Nacional de Moquegua.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE, CUMPLASE Y ARCHÍVESE.

DR. JORGE LAZARO FRANCO MEDINA
Presidente de la Comisión Organizadora
Universidad Nacional de Moquegua

ABOG. KEVIN YUVER CHIHUAN QUISPE
Secretario General
Universidad Nacional de Moquegua

Domicilio Fiscal: Prolongación Av., Ancash S/N - Moquegua
RUC: 20449347448 - Teléfono: (053) 670168
Página Web: www.unam.edu.pe