



**UNIVERSIDAD NACIONAL
PEDRO RUIZ GALLO**



**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA

TESIS

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERA QUÍMICA**

**“EFECTO DE LAS ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS EN
LA CALIDAD DEL SUELO DE LA PLAYA DE PIMENTEL -
LAMBAYEQUE”**

AUTORA:

Bach. Milagritos de María Díaz Díaz

ASESORA:

Dra. Blanca Margarita Romero Guzmán

LAMBAYEQUE – PERÚ

2020

**“EFECTO DE LAS ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS EN LA
CALIDAD DEL SUELO DE LA PLAYA DE PIMENTEL -
LAMBAYEQUE”**

TESIS

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERA QUÍMICA**

AUTORA:

MILAGRITOS DE MARÍA DÍAZ DÍAZ

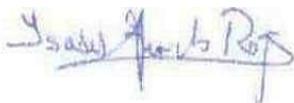
**Sustentado y aprobado ante
el siguiente jurado**



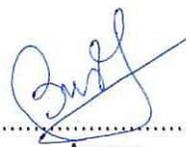
.....
Dr. Wilton Oswaldo Rojas Montoya
Presidente



.....
Dr. César Alberto García Espinoza
Secretario



.....
M.Sc. Ysabel Nevado Rojas
Vocal



.....
Asesor
Dra. Blanca Margarita Romero Guzmán

DEDICATORIA

A Lucrecia Díaz la estación terminal de mi camino y María Perpetua Pérez; mujeres sin fronteras que están conmigo en tiempos de tribales identidades anti solidarias. Por consiguiente el mérito es más suyo que de quien de su ejemplo tanto aprende.

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento más sincero a Fidel y Carlos Díaz Pérez, por todos sus útiles consejos desde el principio y por ser un claro ejemplo de perseverancia e integridad.

Shirley Fuentes y Mervin Becerra, por su valioso soporte en el trabajo de campo y soportarme éste último año o más, hermanos nunca tan bien escogidos.

Al Grupo de Investigación en Procesos Termoquímicos de la Facultad de Ingeniería de Petróleo, Gas y Petroquímica de la Universidad Nacional de Ingeniería, por su apoyo en los análisis realizados en ésta investigación y formar parte de otro objetivo alcanzado.

A los señores Floriano Saucedo y Carlos Benítez, técnicos de laboratorio de la Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, por la paciencia y disponibilidad que han tenido en todo momento al facilitarme el uso de instrumentos y equipos de laboratorio durante ésta investigación.

A la Dra. Blanca M. Romero Guzmán, por la acertada orientación profesional y técnica, el soporte, dedicación y asesoramiento brindados han sido de mucha importancia para la ejecución y término de la tesis.

A las personas especialmente a mi familia que de alguna u otra manera han cooperado con el desarrollo de éste pequeño trabajo.

A todos ellos, gracias por tanto.

INDICE GENERAL

RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES Y BASE TEÓRICA.....	2
2.1. Antecedentes de la investigación.....	2
2.2. Base teórica	3
2.2.1. Área de estudio.....	3
2.2.2. Demografía.....	4
2.2.3. Turismo	5
2.2.4. Playas costeras	5
2.2.5. Actividad antropogénica	5
2.2.6. Calidad ambiental en playas.....	6
2.2.7. Contaminante	6
2.2.8. Microplástico.....	6
2.2.9. Impacto ambiental.....	7
2.2.10. Marco Legal	8
III.MÉTODOS Y MATERIALES.....	10
3.1. Tipo de investigación	10
3.1.1. De acuerdo al fin que persigue.....	10
3.1.2. De acuerdo al diseño de investigación	10
3.2. Población, muestra y muestreo.....	10
3.2.1. Población.....	10
3.2.2. Muestra.....	10
3.2.3. Muestreo.....	10
3.3. Técnicas, instrumentos, equipos y materiales de recolección de datos.....	11
Selección de las zonas de muestreo	12
Preparación de la muestra: suelo de la playa.....	12
Caracterización y cuantificación de los residuos sólidos por zona	12
Determinación de materia orgánica (MO) fija	14
Determinación y cuantificación de microplásticos.....	15

Valoración del impacto de la actividad antropogénica.....	16
Análisis estadístico	17
IV.RESULTADOS Y DISCUSIONES	18
4.1 Resultados	18
4.1.1. Ubicación de las zonas de muestreo.....	18
4.1.2. PH, conductividad eléctrica (CE) y materia orgánica del suelo de la playa de Pimentel	18
4.1.3. Caracterización y cuantificación de residuos sólidos.....	22
4.1.4. Caracterización y cuantificación de microplásticos	28
4.1.5. Valoración de las personas sobre el impacto de las actividades antropogénicas en la playa de Pimentel	32
4.2 Discusiones.....	34
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	40
5.1 Conclusiones	40
5.2 Recomendaciones	41
VI.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42
ANEXOS	47

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa del distrito de Pimentel..	4
Figura 2. Esquema general muestreo.....	10
Figura 3. Ubicación de las zonas de muestreo.	11
Figura 4. Zona N° 1. Hora 10:00 AM.....	13
Figura 5. Zona N° 2. Hora 12:00 PM.....	13
Figura 6. Zona N° 3. Hora 2:00 PM.....	13
Figura 7. Zona N° 4. Hora 4:00 PM.....	13
Figura 8. Diagrama de bloques para la caracterización y cuantificación de los residuos sólidos.	14
Figura 9. Diagrama de bloques para la separación y determinación de microplásticos.....	15
Figura 10. pH (25° C) del suelo de la playa de Pimentel	18
Figura 11. Conductividad eléctrica (mS/cm) del suelo de la playa de Pimentel	19
Figura 12. Porcentaje de materia orgánica (MO) por cada zona y mes de muestreo.	20
Figura 13. Residuos sólidos (Zona N° 1)	25
Figura 14. Residuos sólidos (Zona N° 3).....	25
Figura 15. Residuos sólidos (Zona N° 4)	25
Figura 16. Porcentaje en peso de residuos sólidos	26
Figura 17. Porcentaje en peso de residuos sólidos orgánicos por zona y mes.	27
Figura 18. Porcentaje en peso de residuos sólidos durante todo el tiempo de estudio de estudio	28
Figura 19. Microplásticos encontrados (Zona N° 1 y 2)	28
Figura 20. Espectro FTIR de una muestra de microplástico en la playa de Pimentel.	29
Figura 21. Espectro FTIR una muestra de microplástico en la playa de Pimentel.....	29
Figura 22. Espectro de infrarrojo de una muestra de microplástico en la playa de Pimentel. .	30
Figura 23. Espectro de infrarrojo de una muestra de microplástico obtenida en la playa.....	30
Figura 24. Cuantificación de microplásticos en cada zona y mes de muestreo por m ²	31
Figura 25. Valoración de las personas que vistan la playa por medio de encuesta	32
Figura 26. Encuesta realizada a una vendedora ambulante en la playa de Pimentel.....	32
Figura 27. Pesado de la muestra en la zona N° 1	49
Figura 28. Residuos sólidos encontrados (zona 2)	49
Figura 29. Tamizado de la arena con residuos sólidos.....	49
Figura 30. Almacenamiento de las muestras de arena para la determinación de microplásticos	49
Figura 31. Registro de datos	50
Figura 32. Personal de limpieza bajo playa.....	50

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cronograma de muestreo.....	13
Tabla 2. Matriz causa – efecto.....	16
Tabla 3. Coordenadas de los puntos de muestreo.....	18
Tabla 4. Media, y desviación estándar del pH del suelo de la playa de Pimentel en cada zona y mes de muestro	19
Tabla 5. Media y desviación estándar de la CE (mS/cm) del suelo de la playa de Pimentel en cada zona y mes de muestro	20
Tabla 6 Media, y desviación estándar del % de materia orgánica.....	21
Tabla 7. Contenido de materia orgánica y propiedades físico - químicas y del suelo de la playa de Pimentel	21
Tabla 8. Primer muestro	22
Tabla 9. Segundo muestro	23
Tabla 10. Tercer muestro	23
Tabla 11. Cuarto muestro.....	24
Tabla 12. Quinto muestro	24
Tabla 13. Sexto muestro	25
Tabla 14. Media y desviación estándar del porcentaje en peso de residuos inorgánicos	26
Tabla 15. Media y desviación estándar del porcentaje en peso de residuos sólidos orgánicos.....	27
Tabla 16. Cuantificación de microplásticos en cada zona y mes de muestro /m ²	31
Tabla 17 Valoración del impacto de la actividad antropogénica mediante la matriz causa – efecto	33

RESUMEN

La presente investigación tuvo por objetivo determinar el efecto de las actividades antropogénicas en la calidad del suelo de la playa de Pimentel, en 4 zonas de muestreo en los meses de diciembre del 2019, enero y febrero del 2020, en los horarios de 10:00 am, 12:00 pm, 2:00 pm y 4:00 pm. Los análisis realizados fueron de pH, conductividad eléctrica y materia orgánica. A los residuos se le caracterizaron, determinaron su composición y a los microplásticos un análisis de FTIR. El impacto de las actividades antropogénicas se determinó mediante la matriz de Leopold teniendo soporte una encuesta realizada a los usuarios de la playa en mención. Se concluye que el impacto de las actividades antropogénicas fueron valoradas como significativos y muy significativos, por lo que se propone las siguientes acciones de mejora y remediación que involucra a las autoridades competentes municipalidades, Ministerio del Ambiente, Ministerio de Salud, promoviendo campañas de sensibilización ambiental en el Distrito de Pimentel.

Palabras clave: suelos, playa, segregación, contaminación, impacto ambiental.

ABSTRACT

The objective of this investigation was to determine the effect of anthropogenic activities on the quality of the soil at Pimentel beach, in 4 sampling zones in the months of December 2019, January and February 2020, at the times of 10:00 am, 12:00 pm, 2:00 pm and 4:00 pm. The analyses performed were of pH, electrical conductivity and organic matter. The waste was characterized, its composition determined and the microplastics were subjected to an FTIR analysis. The impact of the anthropogenic activities was determined by means of the Leopold matrix supported by a survey made to the users of the beach in mention. It is concluded that the impact of the anthropogenic activities were valued as significant and very significant, therefore the following improvement and remediation actions are proposed involving the competent authorities municipalities, Ministry of Environment, Ministry of Health, promoting environmental awareness campaigns in the District of Pimentel.

Keywords: soils, beach, segregation, pollution, environmental impact.

I. INTRODUCCIÓN

Las playas siempre han sido un sitio donde las personas buscan recreación, pero; cuando éstas se encuentran cerca de la ciudad donde hay industria relacionada con la pesca artesanal e hidrocarburos, sus suelos se contaminan constituyendo un riesgo para la salud de los usuarios por las diversas actividades antropogénicas.

Al respecto, (Vejarano, 2019) investiga sobre la contaminación del litoral peruano por residuos concluyendo que durante los últimos cinco años, los objetos presentes fueron botellas de plástico, bolsas de supermercado y sorbetes, constituyendo un riesgo para la vida acuática y para la salud de la población que utiliza las playas como medio de recreación.

Del mismo modo (Calvão et al., 2013) evalúan el impacto que tienen las actividades humanas en la vegetación costera en Lisboa, concluyendo que la mayoría de las actividades que se realizan como por ejemplo turismo, recreación, campin, urbanización afectan seriamente a las costas arenosas y registran un alto número de residuos sólidos, constituidos principalmente en su mayor cantidad por plásticos, papel y colillas de cigarro.

El problema se formula de la manera siguiente: ¿En qué medida la actividad antropogénica impacta en la calidad de los suelos de la playa de Pimentel?, con los objetivos: 1) Caracterizar y cuantificar los residuos sólidos. 2) Determinar el efecto de las actividades antropogénicas en la calidad del suelo y 3) Valorar los impactos de las actividades antropogénicas

Con la presente investigación se pretende contribuir a una mejora en el cuidado de las playas que redundará en beneficio de la población.

II. ANTECEDENTES Y BASE TEÓRICA

2.1. Antecedentes de la investigación

(Paudel et al., 2011), evalúan los factores que afectan las actividades recreativas costeras de Louisiana en Estados Unidos y refieren que las características de los sitios afectados dependen de las actividades que realizan los individuos.

(Ansari & Matondkar, 2014), estudian los efectos que producen las actividades antropogénicas en el medio ambiente marino costero en es el estado de Goa, India, señalado que la urbanización y la degradación del suelo son problemas que se agravan debido a la contaminación ambiental, el crecimiento del turismo tiene también su negativa en el medio que por consiguiente es una amenaza a la biodiversidad marina volviéndose muy vulnerables a las destructivas fuerzas de la contaminación.

(Guerra & Mancera, 2016), evalúan la influencia antropogénica en playas San Andrés en el Caribe valorando las amenazas con intensidades desde muy bajas hasta muy altas debido a la sobre explotación de recursos costeros y el uso del ecosistema para realizar diversas actividades comerciales, turísticas, recreativas; concluyendo que el 45% de suelo está contaminado con residuos plástico.

(Thushari et al., 2017), investigan tres playas de Tailandia (Angsela, Bangsaen y Samaesan), cuantificando y clasificando desechos de papel, vidrio, madera, metal, plástico, en donde éste último es el más abundante representando el 45% del total de residuos originados principalmente por actividades económicas, pesca y turismo.

(Purca y Henostroza, 2017), investigan cuatro playas arenosas de Vesique, Albúfera de Medio Mundo, Costa Azul, y El Chaco, en Perú, encontrando fragmentos de micro plástico en un 80 % por cada 0,50 cm² de arena, con una composición química del 89% de plástico

duro, 7% de estireno y 2% pellets negro, 1% de otras espumas, 1% polímero, 1% fibra, y 1% de láminas transparentes.

(Rech et al., 2018), evalúan la composición de residuos antropogénicos en la Costa de Asturias, en el centro del Golfo de Vizcaya, España, encontrando plásticos en mayor proporción, vidrio, madera, latas de aluminio, constituyendo la pesca, turismo, actividades de ocio que realizan en la playa, aguas residuales como las principales fuentes de generación de residuos.

(Cabrera, 2018), determina la presencia de microplásticos en 2 playas de Tenerife, las Vistas y la Tejita en España concluyendo que en la playa la Tejita se evidencia tanto macroplásticos como microplásticos con tamaños 2 – 5 mm, registrando la presencia de PP (polipropileno) y PE (polietileno) muy comunes en la actualidad.

(Gambini et al., 2019), caracterizan y cuantifican residuos sólidos en la playa San Pedro de Lurín, Lima, evidenciando 1885 unidades provenientes de las actividades antropogénicas, de cuales en su mayoría están compuestos por plásticos, hule, papel, vidrio, madera, tela y desechos de pesca.

(Tequen et al., 2019), cuantifican los residuos sólidos en la playa Pimentel presentando en los contenedores de basura de la Municipalidad de Pimentel de 357,8 y 580 kg. .

2.2. Base teórica

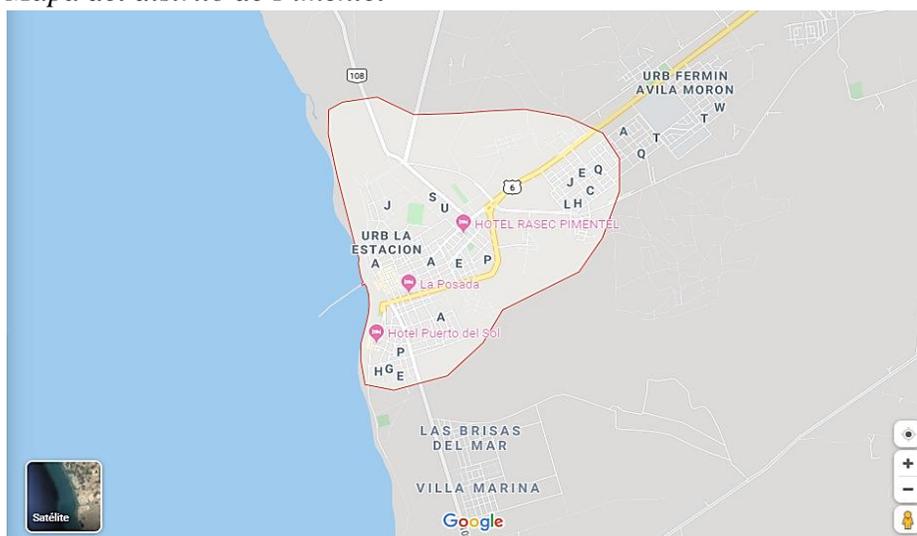
2.2.1. Área de estudio

La playa de Pimentel pertenece al distrito del mismo nombre, ubicado en la provincia de Chiclayo, región Lambayeque. Su clima se puede clasificar como desértico subtropical árido, influenciado directamente por la corriente fría marina de Humboldt, que actúa como elemento regulador de los fenómenos meteorológicos. La temperatura en verano fluctúa

entre 25.59 °C (Diciembre) y 30 °C (Febrero), siendo la temperatura máxima anual de 28.27 °C, la temperatura mínima anual de 15.37 °C. Los vientos en la playa de Pimentel son uniformes durante casi todo el año, desde el sur a norte con un promedio de 16km/h. (INDECI, 2003).

Figura 1

Mapa del distrito de Pimentel



Nota. Recuperado de Google Maps, 2020.

2.2.2. Demografía

Según el (INEI, 2020) la población total del departamento de Lambayeque 1 310 785 habitantes concentradas en las provincias de Ferreñafe, Lambayeque y Chiclayo, perteneciendo a éste último el distrito de Pimentel con un total de 45 724 habitantes.

Ubicación del Distrito de Pimentel

- Por el Norte: Limita con los Distritos de San José y Chiclayo.
- Por el Sur: Limita con el Distrito de Santa Rosa.
- Por el Este: Limita con los Distritos de La Victoria y Monsefú.

- Por el Oeste: Limita con el Océano Pacífico.

2.2.3. Turismo

(Gonzales, 2018), menciona que “en el 2018 la Pimentel recibió 600 000 visitantes a lo largo de todo el año, y más de 20 000 turistas en los meses de enero – abril”. (Tequen et al., 2019) dan a conocer que en mes de enero del 2019 la cantidad eran de 2856 diariamente.

La playa de Pimentel, es muy concurrida en la región Lambayeque como un atractivo turístico importante que todo visitante debe conocer, porque además de la hermosa playa y la práctica de la pesca artesanal en caballitos de totora, cuenta con un amplio y atractivo malecón, un muelle restaurado para fines turísticos, zoológico de avestruces, entre otros.

2.2.4. Playas costeras

En el departamento de Lambayeque se encuentran las playas de Puerto Eten, Caleta San José, Santa Rosa, isla Lobos de afuera y Pimentel, siendo ésta última la más concurrente durante todo el año y con más intensidad por los turistas en los meses de verano los cuales son ideales para la práctica de surf, motonáutica, windsurf, recreación, comercio ambulatorio y pesca artesanal.

2.2.5. Actividad antropogénica

“El término antropogénica se refiere a los efectos, procesos o materiales que son el resultado de actividades humanas” (Martínez et al., 2009).

Las actividades antropogénicas pueden ser:

- Pesca artesanal
- Recreación
- Surf

- Comercio ambulatorio
- Windsurf

2.2.6. Calidad ambiental en playas

“Calidad ambiental está fuertemente ligado a la posición que el hombre asume frente a los eventos de contaminación. La atribución de las actividades humanas y la responsabilidad alteran las condiciones de la playa con respecto a su estado natural original” (Valdemoro & Jiménez, 2006).

2.2.7. Contaminante

“Cualquier sustancia química que no pertenece a la naturaleza del suelo o cuya concentración exceda la del nivel de fondo susceptible de causar efectos nocivos para la salud de las personas o del ambiente” (Anexo, Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM).

Residuos Sólidos

“Residuo sólido es cualquier aspecto material, sustancia o elemento resultante del consumo o uso de un bien o servicio del cual su poseedor se desprenda o tenga la intención de hacerlo para ser manejado priorizando la valorización o su disposición final” (Anexo. Decreto Legislativo N° 1278 – Ley Gestión Integral de residuos Sólidos).

- Inorgánicos: vidrio, loza, hojalata, latas, desechos de construcción,
- Orgánicos: cáscaras de frutas, residuos de comida, hojas, raíces, vegetales, madera, papel, plástico, cartón, telas, colillas de cigarrillos. entre otros.

2.2.8. Microplástico

El plástico puede ser nanopartículas, microplásticos, mesoplásticos o megaplásticos clasificándose por su tamaño, los microplásticos son aquellas partículas que tienen un tamaño menor de 5mm, Las nanopartículas suelen ser menor de 1µm, los mesoplásticos aquellos cuyo tamaño es superior a 5 mm, los macroplásticos son centímetros en tamaño, y megaplásticos son los que tienen más de 1 metro de tamaño. (Oladejo, 2017)

Existen dos clases de microplásticos según la forma que se producen:

- Primarios: son pellets de plástico virgen y depuradores de microplástico, que se fabrican deliberadamente para su uso en cosméticos, abrasivos, mano y exfoliantes limpiadores.
- Secundarios: son pequeñas partículas de plástico que resultan de la fragmentación, desgaste, rotura, abrasión, desglose y degradación de plásticos grandes en escombros.

2.2.9. Impacto ambiental

“Es la alteración positiva o negativa del medio, producida por la acción humana o la naturaleza” (MINAM, 2018).

Según su magnitud puede ser

- Crítico (80 -100 %): 5
- Severo (60 -79 %) : 4
- Muy significativo (40 – 59 %): 3
- Significativo (20 – 39 %): 2
- Poco significativo (0 – 19 %): 1

2.2.10. Marco Legal

Constitución Política del Perú de 1993:

Artículo 2°-22. “Establece que toda persona tiene derecho A la paz, a la tranquilidad, al disfrute del tiempo libre y al descanso, así como a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida”.

Ley General del Ambiente N° 28611 y su Decreto Legislativo N° 1055 que lo modifica (2017).

Capítulo III de la calidad ambiental.

Artículo 113.- De la calidad ambiental

113.1 “Toda persona natural o jurídica, pública o privada, tiene el deber de contribuir a prevenir, controlar y recuperar la calidad del ambiente y de sus componentes”.

113.2 “Objetivos de la gestión ambiental en materia de calidad ambiental: Preservar, conservar, mejorar y restaurar, según corresponda, calidad del aire, el agua y suelos y demás componentes del ambiente, identificando y controlando los factores de riesgo que la afecten”

Artículo 119.- Del manejo de los residuos sólidos

119.1 “La gestión de los residuos sólidos de origen doméstico, comercial o que siendo de origen distinto presenten características similares a aquellos, son de responsabilidad de los gobiernos locales”.

Decreto Legislativo N° 1278, que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos

Sub capítulo 5.- De la valorización de residuos sólidos

Artículo 36.- Aspectos generales

“La valorización de residuos sólidos municipales debe priorizarse a disposición final de los mismos, las municipalidades pueden realizar las operaciones de valorización de residuos sólidos municipales, directamente o a través de las organizaciones de recicladores debidamente formalizados”.

Ley General de Salud N° 26842 (1997)

Capítulo VIII.- De La Protección Del ambiente para la Salud.

Artículo 104.- “Toda persona natural o jurídica, está impedida de efectuar descargas de desechos o sustancias contaminantes en agua, aire o suelo, sin haber adoptado las precauciones de depuración en la forma que señalan las normas sanitarias y protección del ambiente”.

Decreto Supremo N° 013-2018 - MINAM, Sobre la aprobación y reducción del plástico de un solo uso: “Promover y reducir el consumo responsable del plástico de un solo uso en las entidades del Poder Ejecutivo, debiendo ser reemplazarlos progresivamente por plástico reutilizable, biodegradable u otros cuya degradación no genere contaminación por microplásticos o sustancias peligrosas”.

Decreto Supremo N° 002-2013 – MINAM. De la aprobación de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para suelos

“Los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para suelo son referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental, lo que incluye planes de descontaminación de suelos o similares”

III. MÉTODOS Y MATERIALES

3.1. Tipo de investigación

3.1.1. De acuerdo al fin que persigue

- Aplicada

3.1.2. De acuerdo al diseño de investigación

- Descriptivo – comparativo

3.2. Población, muestra y muestreo

3.2.1. Población

Suelo que abarca la playa de Pimentel: 1.8 km.

3.2.2. Muestra

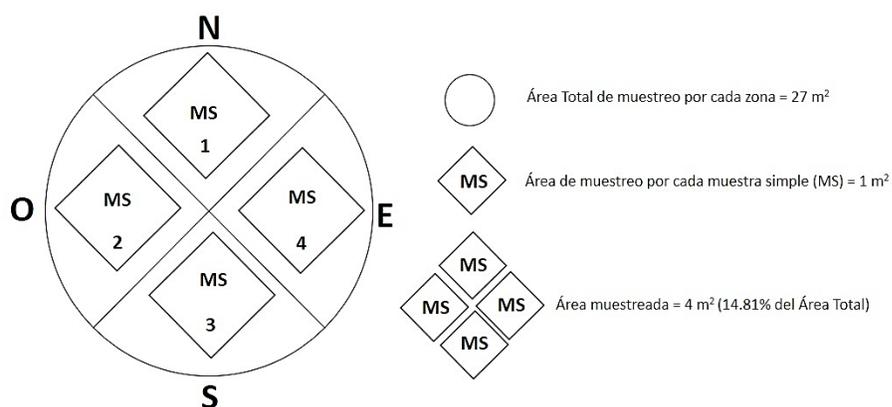
6 kg de arena por cada zona de muestreo.

3.2.3. Muestreo

Se realizó bajo el siguiente método:

Figura 2

Esquema general muestreo.



Nota. Elaboración propia

3.3. Técnicas, instrumentos, equipos y materiales de recolección de datos

Figura 3

Ubicación de las zonas de muestreo



Nota. Elaboración propia

Selección de las zonas de muestreo

La zona de estudio se encuentra ubicada a los 79°54'12.42" N y 6°47'57.59" S correspondiente a la playa Pimentel, se seleccionó 4 zonas debido a la mayor influencia antropogénica, cada zona se delimitó usando un GPS marca Garmin[®] eTre HC, con coordenadas UTM-WGS 84.

Se planificó un cronograma de muestreo para los 3 meses, tal como se observa en la tabla 1.

Para la colección de muestra se delimitó un área de muestreo de 27m² por zona de muestreo, con una muestra simple de 1m².

Preparación de la muestra: suelo de la playa

Durante los meses de diciembre del 2019 a febrero del 2020 del diagnóstico de los cuatro puntos de muestreo se tomó en cuenta 100 g de arena a los cuales se añadió 100 ml de agua destilada por separado en un vaso de precipitados agitando constantemente por 5 minutos, se dejó reposar por el espacio de 1 hora, filtrando la mezcla para la posterior medida de pH, conductividad eléctrica (CE) mediante un medidor multiparámetro sobre mesa marca HANNA 255.

Caracterización y cuantificación de los residuos sólidos por zona

En cada zona de muestreo se colocó el marco de madera de 1m x 1m. Se tomó la muestra con una espátula de acero inoxidable con una profundidad de 5cm sobre una bandeja de PVC anteriormente tarada en una balanza marca HENKEL y se siguió el procedimiento mostrado en la figura 8.

Tabla 1*Cronograma de muestreo*

MES	FECHA	ZONA N° 1	ZONA N° 2	ZONA N° 3	ZONA N° 4
		Este (X): 617206.22 Norte (Y): 9244976,21	Este (X): 617260 Norte (Y): 9244425	Este (X): 617413.93 Norte (Y): 9243899,59	Este (X): 617327.61 Este (X): 617327.61
Diciembre	08/12/2019	10:00 am 12:00 pm 2:00 pm 4:00 pm	10:00 am 12:00 pm 2:00 pm 4:00 pm	10:00 am 12:00 pm 2:00 pm 4:00 pm	10:00 am 12:00 pm 2:00 pm 4:00 pm
	22/12/2019	10:00 am 12:00 pm 2:00 pm 4:00 pm	10:00 am 12:00 pm 2:00 pm 4:00 pm	10:00 am 12:00 pm 2:00 pm 4:00 pm	10:00 am 12:00 pm 2:00 pm 4:00 pm
Enero	12/01/2020	10:00 am 12:00 pm 2:00 pm 4:00 pm	10:00 am 12:00 pm 2:00 pm 4:00 pm	10:00 am 12:00 pm 2:00 pm 4:00 pm	10:00 am 12:00 pm 2:00 pm 4:00 pm
	26/01/2020	10:00 am 12:00 pm 2:00 pm 4:00 pm	10:00 am 12:00 pm 2:00 pm 4:00 pm	10:00 am 12:00 pm 2:00 pm 4:00 pm	10:00 am 12:00 pm 2:00 pm 4:00 pm
Febrero	09/02/2020	10:00 am 12:00 pm 2:00 pm 4:00 pm	10:00 am 12:00 pm 2:00 pm 4:00 pm	10:00 am 12:00 pm 2:00 pm 4:00 pm	10:00 am 12:00 pm 2:00 pm 4:00 pm
	23/02/2020	10:00 am 12:00 pm 2:00 pm 4:00 pm	10:00 am 12:00 pm 2:00 pm 4:00 pm	10:00 am 12:00 pm 2:00 pm 4:00 pm	10:00 am 12:00 pm 2:00 pm 4:00 pm

Nota. Elaboración propia

Figura 4

Zona n° 1. Hora 10:00 am



Nota. Elaboración propia

Figura 5

Zona n° 2. Hora 12:00 pm



Nota. Elaboración propia

Figura 6

Zona n° 3. Hora 2:00 pm



Nota. Elaboración propia

Figura 7

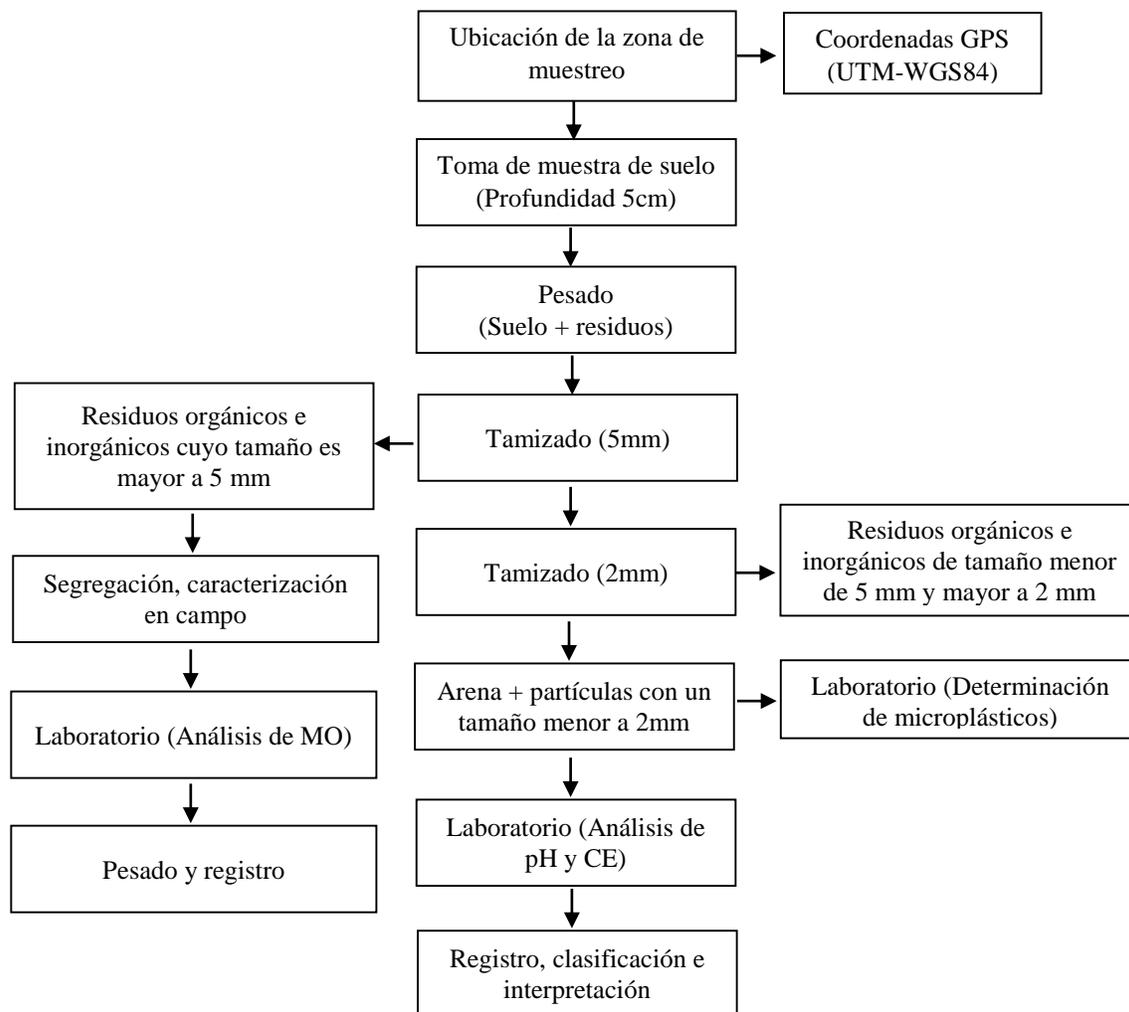
Zona n°4. Hora 4:00 pm



Nota. Elaboración propi

Figura 8

Diagrama de bloques para la caracterización y cuantificación de los residuos sólidos.



Nota. Elaboración propia.

Determinación de materia orgánica (MO) fija

Para la determinación de la materia orgánica fija se pesó en un crisol 10 g de residuos orgánicos, se calentó en una mufla marca THERMO a 375 °C por 12 horas, se dejó enfriar y finalmente se pesó. El cálculo del % de MO se estimó mediante la siguiente fórmula:

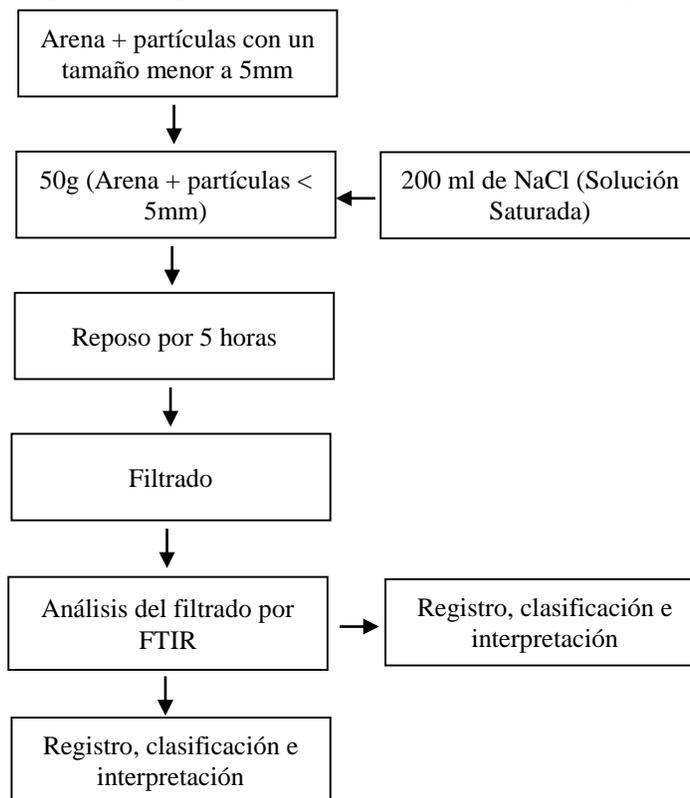
$$\% MO (estimado) = \frac{\text{Peso de muestra antes de calentar} - \text{peso de muestra después de calentar}}{\text{Peso de muestra después de calentar}} \quad (1)$$

Determinación y cuantificación de microplásticos

Para la determinación de microplásticos se utilizó un equipo de espectroscopia FTIR de la marca IRAffinity-1 SHIMADZU, en el laboratorio del grupo de Investigación de Procesos Termoquímicos, de la Facultad de Ingeniería de Petróleo, Gas Natural y Petroquímica de la Universidad Nacional de Ingeniería, mediante el siguiente diagrama:

Figura 9

Diagrama de bloques para la separación y determinación de microplástico



Nota. Elaboración propia

Valoración del impacto de la actividad antropogénica

Se usó el método de matrices de Interacción, causa – efecto, basado en la matriz de Leopold. Para la valoración cuantitativa se utilizó el método Fisher-Davis citado por (Conesa, 1996), como: 1. poco significativo; 2. significativo; 3. muy significativo; 4. Severo; 5. Crítico.

Tabla 2

Matriz causa – efecto

		Zona n° 1			Zona n° 2			Zona n° 3			Zona n° 4		
Acciones		Actividades antropogénicas			Actividades antropogénicas			Actividades antropogénicas			Actividades antropogénicas		
Impacto		Pesca artesanal	Comercio ambulatorio	Recreación									
Suelo	1. Calidad												
	2. Contaminación												
Aire	3. Calidad												
	4. Nivel de olores												
Paisaje	5. Vista panorámica												

Nota. Elaboración propia

1: poco significativo; 2: significativo; 3: muy significativo; 4: severo y 5: crítico

Análisis estadístico

Para los residuos sólidos se realizó el análisis estadístico por medio del programa EXCEL, determinando la media, desviación estándar, con figuras % de pH vs tiempo, CE vs tiempo y residuo sólidos orgánicos e inorgánicos vs tiempo.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 Resultados

A continuación se presentan los resultados obtenidos en la presente investigación.

4.1.1. Ubicación de las zonas de muestreo

Tabla 3

Coordenadas de los puntos de muestreo

Nº zonas de Muestreo	Área Total	Condición	Coordenada Este (X) (UTM-WGS 84)	Coordenada Norte (Y) (UTM-WGS 84)
1	27 m ²	Desembocadura del dren 3000	617206.22	9244976,21
2	27 m ²	Norte del Muelle	617260	9244425
3	27 m ²	Sur del Muelle	617413.93	9243899,59
4	27 m ²	Zona de Pesca Artesanal	617327.61	9243359,25

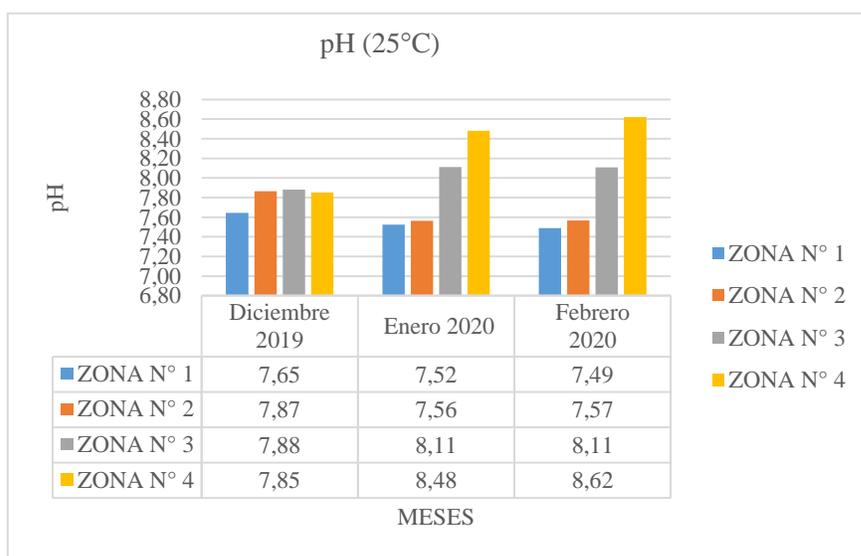
Nota. Elaboración propia

4.1.2. PH, conductividad eléctrica (CE) y materia orgánica del suelo de la playa de

Pimentel

Figura 10

PH (25° C) del suelo de la playa de Pimentel



Nota. Elaboración propia

Tabla 4

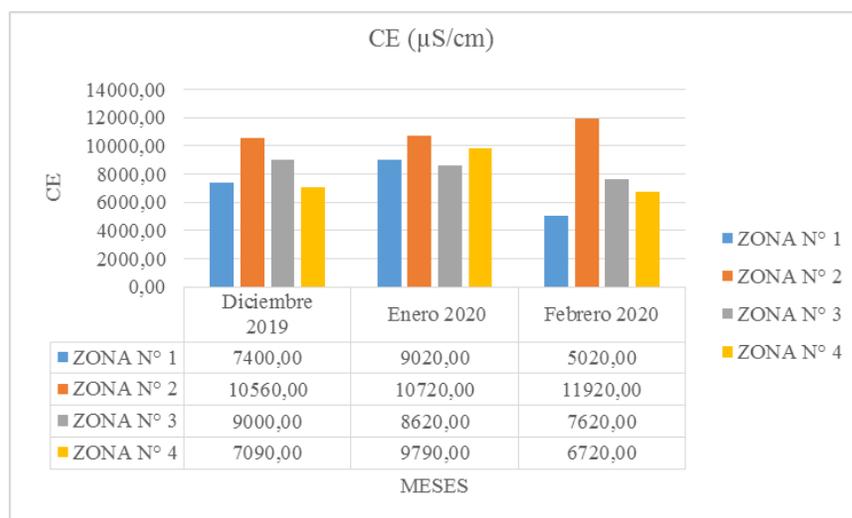
Media, y desviación estándar del pH del suelo de la playa de Pimentel en cada zona y mes de muestreo

Mes	Estadígrafo	zona n° 1	zona n° 2	zona n° 3	zona n° 4
Diciembre 2019	Media	7,65	7,87	7,88	7,85
	Desviación estándar	0,56	0,60	0,46	0,19
Enero 2020	Media	7,52	7,56	8,11	8,48
	Desviación estándar	0,62	0,44	0,98	0,66
Febrero 2020	Media	7,49	7,57	8,11	8,62
	Desviación estándar	0,58	0,54	1,03	0,75

Nota. Elaboración propia

Figura 11

Conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) del suelo de la playa de Pimentel.



Nota. Elaboración propia

Tabla 5

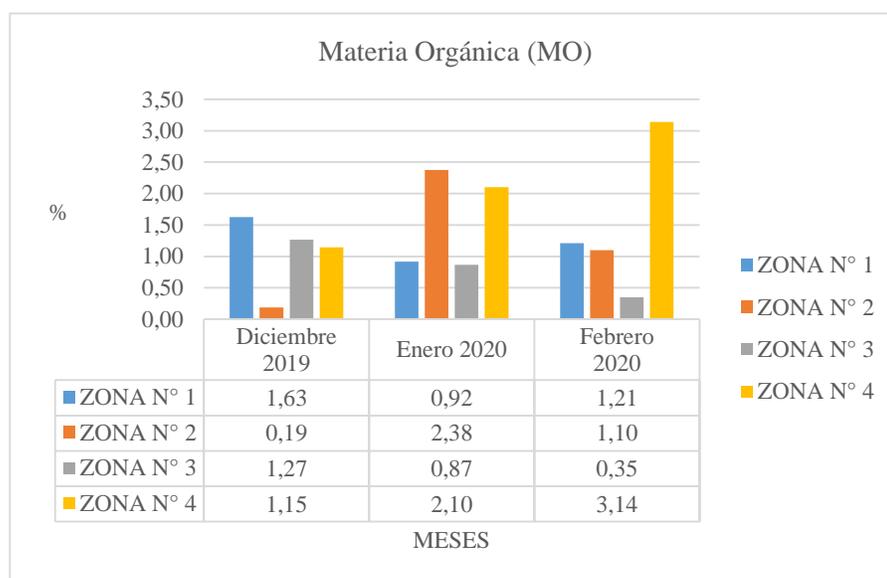
Media y desviación estándar de la CE ($\mu\text{S}/\text{cm}$) del suelo de la playa de Pimentel en cada zona y mes de muestreo

Mes	Estadístico	ZONA N° 1	ZONA N° 2	ZONA N° 3	ZONA N° 4
Diciembre 2019	Media	7400,00	10560,00	9000,00	7090,00
	Desviación estándar	0,24	3,43	3,18	4,01
Enero 2020	Media	9020,00	10720,00	8620,00	9790,00
	Desviación estándar	2,34	2,42	3,62	1,92
Febrero 2020	Media	5020,00	11920,00	7620,00	6720,00
	Desviación estándar	0,35	2,72	4,56	3,94

Nota. Elaboración propia

Figura 12

Porcentaje de materia orgánica (MO) por cada zona y mes de muestreo



Nota. Elaboración propia

Tabla 6*Media, y desviación estándar del % de materia orgánica*

Mes	Estadígrafo	zona n° 1	zona n° 2	zona n° 3	zona n° 4
Diciembre - 2019	Media	1,63	0,19	1,27	1,15
	Desviación estándar	3,02	0,35	3,37	2,06
Enero 2020	Media	0,92	2,38	0,87	2,10
	Desviación estándar	2,02	4,45	1,26	3,28
Febrero 2020	Media	1,21	1,10	0,35	3,14
	Desviación estándar	2,33	2,90	0,99	3,04

Nota. Elaboración propia**Tabla 7***Contenido de materia orgánica y propiedades físico - químicas y del suelo de la playa de Pimentel*

	Diciembre -2019			Enero - 2020			Febrero - 2020		
	pH	CE (mS/cm)	MO (%)	pH	CE (mS/cm)	MO (%)	pH	CE (mS/cm)	MO (%)
Zona n° 1	7,65	6,4	1,63	7,52	9,02	0,92	7,49	5,02	1,21
Zona n° 2	7,87	10,56	0,19	7,56	10,72	2,38	7,57	11,92	1,10
Zona n° 3	7,88	9	1,27	8,11	8,62	0,87	8,11	6,72	0,35
Zona n° 4	7,85	7,09	1,15	8,48	9,76	2,10	8,62	6,72	3,14

Nota. Elaboración propia

4.1.3. Caracterización y cuantificación de residuos sólidos

4.1.3.1. Caracterización de residuos

Tabla 8

Primer muestreo

	A		B		C		D		
	RO	RI	RO	RI	RO	RI	RO	RI	
ZONA N° 1	Bolsas , envolturas de golosinas y recipientes de plástico.		Bolsas y botellas plásticas		Tapas plásticas, empaques de golosinas.		Empaques de tetrapack, bolsas y fragmentos de plásticos.		
ZONA N° 2	Fragmentos de plástico, colillas de cigarro, papel de colores		Colillas de cigarros, carbón vegetal.	Chapas de cerveza,	Colillas de cigarro, fragmentos de plástico, carbón vegetal.		Palitos de chupetes y bolsas plásticas.		
1ER MUESTREO 08/12/2019	ZONA N° 3	Bolsas, empaques y popotes de plástico.		Palitos de chupetes, colillas de cigarro.		Palitos de chupetines.	Chapas de cerveza	Bolsas plásticas, sogas, rafia.	Botellas de vidrio,
	ZONA N° 4	Tecnopor, bolsas y envolturas de golosinas plásticas, cáscaras de frutas		Tecnopor, vasos y bolsas plásticas, restos alimentarios, totora.		Restos de alimentos		Rafia, restos de alimentos y huesos de animales.	

Nota. RI (residuos inorgánicos), RO (Residuos orgánicos). Elaboración propia.

Tabla 9

Segundo muestreo

	A		B		C		D	
	RO	RI	RO	RI	RO	RI	RO	RI
ZONA N° 1	Empaques de galletas, mermeladas, tapas plásticas		Bolsas de caramelos, juguetes plásticos, tapas de golosinas, cáscaras de frutas.		Bolsas plásticas, palitos de chupetes, fragmentos de plástico, papel periódico		Bolsas plásticas, globos, rafia, empaques de golosinas, cáscaras de frutas.	
ZONA N° 2	Bolsas, vasos y botellas de plástico		Tapas y bolsas plásticas, carbón vegetal.		Colillas de cigarro, palitos de chupetines, empaques de chidlets.		Cubiertos, envases, tapas de lava vajilla, bolsas plásticas.	
2DO MUESTREO 22/12/2019	ZONA N° 3	Bolsas plásticas, envases de alimentos de conservas	empaques de golosinas, varbón vegetal, trozos de ramas.	Concreto, chapas de botellas de cerveza.	Tapas plásticas, cáscaras de frutas, papel periódico		Bolsas plásticas, sogas, rafia.	Envases de pintura (latas), botellas de vidrio,
	ZONA N° 4	Papel higiénico, vasos descartables.	Tapas plásticas, colillas de cigarro, trozos de plástico y vidrio, plástico quemado, carbón vegetal.		Empaques de caramelos, condimentos, sorbetes, tapas de botellas plásticas, colillas de cigarro, semillas de frutas, carbón vegetal.		Plástico quemado, sogas, tecnopor, residuos de frutas.	

Nota. RI (residuos inorgánicos), RO (Residuos orgánicos). Elaboración propia.

Tabla 10

Tercer muestreo

	A		B		C		D	
	RO	RI	RO	RI	RO	RI	RO	RI
	ZONA N° 1	Papel de colores.	Botellas de vidrio, latas de cerveza.	Balde plástico, bolsas plásticas, carbón vegetal	Trozos de vidrio.	bolsas plásticas, empaques de galletas, empaques de mermeladas.	Latas de cerveza.	bolsas plásticas, empaques de golosinas, papel periódico.
3ER MUESTREO 05/01/2020	ZONA N° 2	Bolsas descartables, colillas de cigarrillos, tapas de botellas de gaseosas, papel higiénico.	Tapas de gaseosas, bolsas plásticas, palitos de helado de madera.	Trozos de vidrio	Tapas de botellas, colillas de cigarrillos, cucharas descartables, popotes.	Residuos de concreto,	Tapas de botellas plásticas, chapas y fragmentos de bolsas plásticas.	
	ZONA N° 3	Fragmetos de plásticos, restos empaques de helados, cartón	Vasos descartables, cucharas descartables, palitos de helado de madera.		Tapas de botellas plásticas, colillas de cigarrillos, palitos de chupetines		Restos de frutas, papel térmico	
	ZONA N° 4	Empaques de helados, bolsas descartables, vasos descartables.	Bolsas plásticas, papel higiénico		Bolsas plásticas, envolturas de golosinas, papel higiénico.		Bolsas plásticas, cucharas descartables, sogas, envases de tecnopor, restos de frutas.	

Nota. RI (residuos inorgánicos), RO (Residuos orgánicos). Elaboración propia.

Tabla 11

Cuarto muestreo

		A		B		C		D	
		RO	RI	RO	RI	RO	RI	RO	RI
4TO MUESTREO 19/01/2020	ZONA N° 1	Bolsas plásticas, empaques de golosinas, bolsas de detergentes.		Bolsas plásticas, de baldes de plástico, cucharas descartables, tapas de botellas de plástico, cartón		Empaques de galletas, cucharas descartables, cartón.	Vidrios rotos,	Bolsas plásticas, vasos descartables, empaques de galletas.	
	ZONA N° 2	Palitos de chupetes, bolsas plásticas, trozos de plástico, carbón vegetal		Empaques de golosinas, cubiertos descartables, tapas de botellas plásticas, empaques de jugos, Palitos de helado (madera)		Empaques de helados, palitos de chupetines, palitos de helado (madera)		Envases de tecnopor, bolsas descartables, empaques de helados.	
	ZONA N° 3	Vasos descartables, bolsas descartables, tapas de botellas descartables, colillas de cigarrillos, papel higiénico		Mallas plásticas, empaques de helados, papel periódico e higiénico		Tapas de botellas plásticas, colillas de cigarrillos, palitos de chupetes.	Chapas de cerveza	Tapas de botellas plásticas, palitos de chupetes, cucharas descartables, cartón, papel higiénico	
	ZONA N° 4	Cañitas plásticas, bolsas plásticas, papel higiénico	Botellas de vidrio.	Bolsas plásticas, cucharas descartables, ensas de cremas corporales, papel de cplares, palitos de helado (madera)		Bolsas plásticas, envases de tecnopor, cintas de plástico, restos marinos		Bolsas plásticas, cucharas descartables, envases de tecnopor, palitos de helado (madera)	

Nota. RI (residuos inorgánicos), RO (Residuos orgánicos). Elaboración propia.

Tabla 12

Quinto muestreo

		A		B		C		D	
		RO	RI	RO	RI	RO	RI	RO	RI
5TO MUESTREO 09/02/2020	ZONA N° 1	Bolsas, empaques de alimentos plásticos, empaques de alimentos		Bolsas plásticas		Bolsas, cubiertos y empaques de golosinas plásticos, cartón		Bolsas plásticas	
	ZONA N° 2	Botellas plásticas, colillas de cigarro		Tapas plásticas, papeles de colores		Mallas de balón plásticas, colillas de cigarro, palitos de chupetines plásticos, palitos de helados de madera, papel plastificado.		Colillas de cigarro, envolutas de helados plásticas, carbón vegetal.	
	ZONA N° 3	Bolsas plásticas, papel higiénico		Platos de tecnopor, envolutas de helados, palitos de helado de madera		Botellas, bolsas plásticas,	Latas de cerveza.	Platos de tecnopor, sorbetes, botellas, empaques de golosinas y helados plásticos, papel higiénico.	
	ZONA N° 4	Papel higiénico, empaques de bloqueador, helados, bolsas y vasos de plástico.	Botellas de vidrio, latas de cerveza	Platos de tecnopor, bolsas y vasos plásticos, restos marinos.		Botellas y empaques de golosinas, juguetes plásticos, sogas, palitos de helados de madera		Platos de tecnopor, botellas, bolsas, vasos, regillas de plasticos, cartón.	

Nota. RI (residuos inorgánicos), RO (Residuos orgánicos). Elaboración propia.

Tabla 13

Sexto muestreo

		A		B		C		D	
		RO	RI	RO	RI	RO	RI	RO	RI
ZONA N° 1	Bolsas, empaques de helados y galletas plásticos.			Bolsas de caramelos, tapas de golosinas, envolturas de alimentos.		Bolsas plásticas, palitos de chupetes plásticos, fragmentos de plástico, papel periódico.		Bolsas plásticas, globos, empaques de golosinas.	
ZONA N° 2	Vasos descartables, carbón vegetal			Tapas plásticas, colillas de cigarros, carbón vegetal.		Colillas de cigarro, palitos de helados de madera		Colillas de cigarro	Chapas de botellas de cerveza
6TO MUESTREO 16/02/2020	ZONA N° 3	Platos, cubiertos de tecnopor, empaques de helados.		Botellas plásticas, colillas de cigarro, palitos de chupetines, bolsas plásticas, papel higiénico, cartón.		Botellas y bolsas plásticas,	Latas de cerveza, botellas de vidrio	Platos de tecnopor, sorbetes, botellas, empaques de golosinas y helados plásticos, papel higiénico.	
	ZONA N° 4	Bolsas, trozos de red de pescar plásticas, palitos de helado de madera.		Platos de tecnopor, bolsas, vasos plásticos, papel higiénico, cartón		Bolsas, saquetas, cepillos dentales de plástico, cartón		Platos de tecnopor, botellas, bolsas plásticas, papel higiénico.	

Nota. RI (residuos inorgánicos), RO (Residuos orgánicos). Elaboración propia.

Figura 13

Residuos sólidos (Zona N° 1)



Nota. Elaboración propia

Figura 14

Residuos sólidos (Zona N° 3)



Nota. Elaboración propia

Figura 15

Residuos sólidos (Zona N° 4)

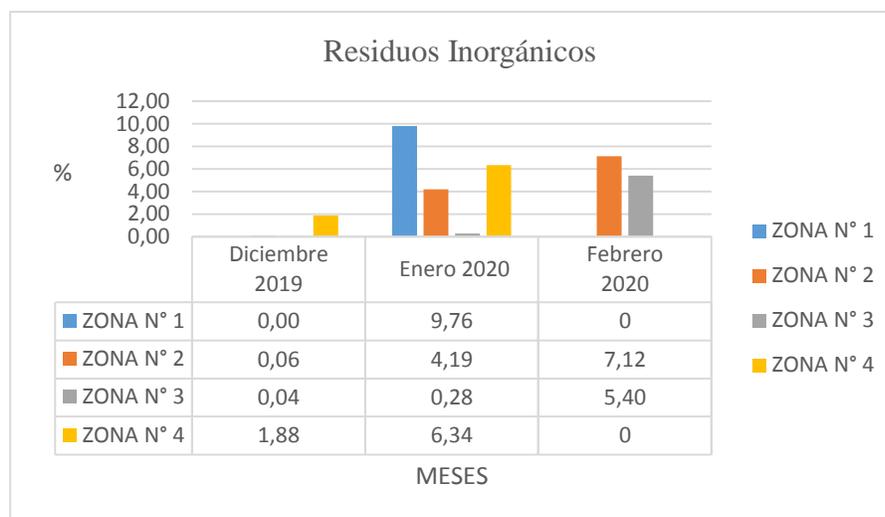


Nota. Elaboración propia

4.1.3.2. Cuantificación en porcentaje (%) en peso de residuos

Figura 16

Porcentaje en peso de residuos sólidos inorgánicos



Nota. Elaboración propia

Tabla 14

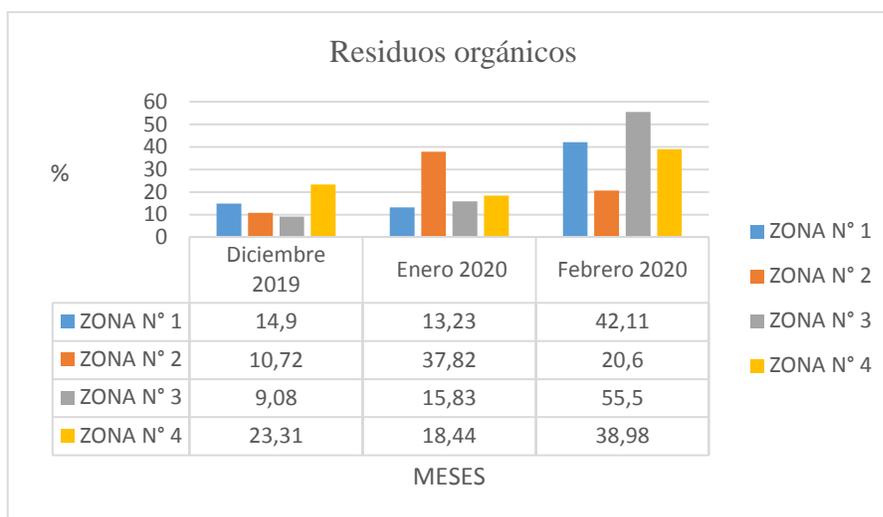
Media y desviación estándar del porcentaje (%) en peso de residuos inorgánicos

Mes	Estadígrafo	Zona n°1	Zona n°2	Zona n°3	Zona n°4
Diciembre 2019	Media	ND	0,06	0,04	1,88
	Desviación estándar	ND	0,17	0,09	10,50
Enero 2020	Media	9,76	4,19	0,28	6,34
	Desviación estándar	8,86	5,82	0,80	3,97
Febrero 2020	Media	ND	7,12	5,40	ND
	Desviación estándar	ND	0,27	6,81	ND

Nota. ND: No determinado. Elaboración propia.

Figura 17

Porcentaje (%) en peso de residuos sólidos orgánicos por zona y mes



Nota. Elaboración propia

Tabla 15

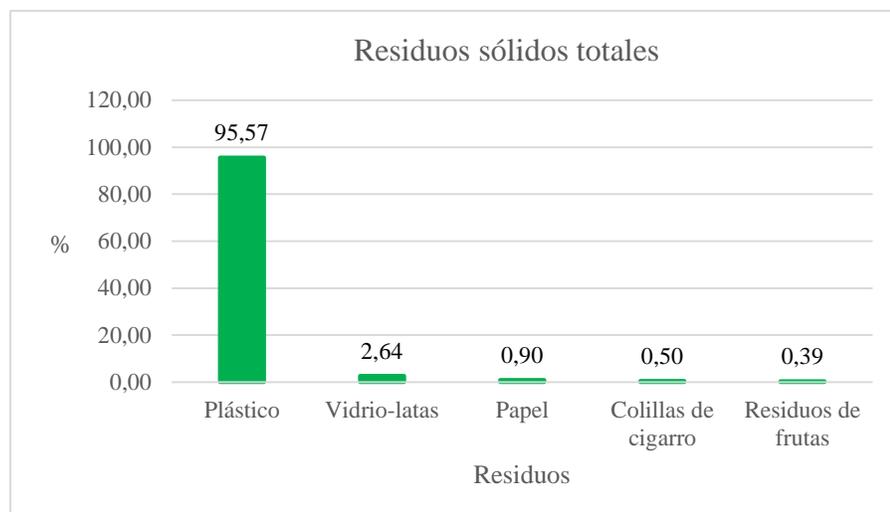
Media y desviación estándar del porcentaje (%) en peso de residuos sólidos orgánicos

Mes	Estadígrafo	Zona n°1	Zona n°2	Zona n°3	Zona n°4
Diciembre 2019	Media	14,90	10,72	9,08	23,31
	Desviación estándar	5,32	3,53	9,42	2,781
Enero 2020	Media	13,23	37,82	15,83	18,44
	Desviación estándar	8,54	2,78	5,90	0,78
Febrero 2020	Media	42,11	20,6	55,50	38,98
	Desviación estándar	5,45	2,62	0,31	1,34

Nota. Elaboración propia

Figura 18

Porcentaje (%) en peso de residuos sólidos durante todo el tiempo de estudio de estudio.

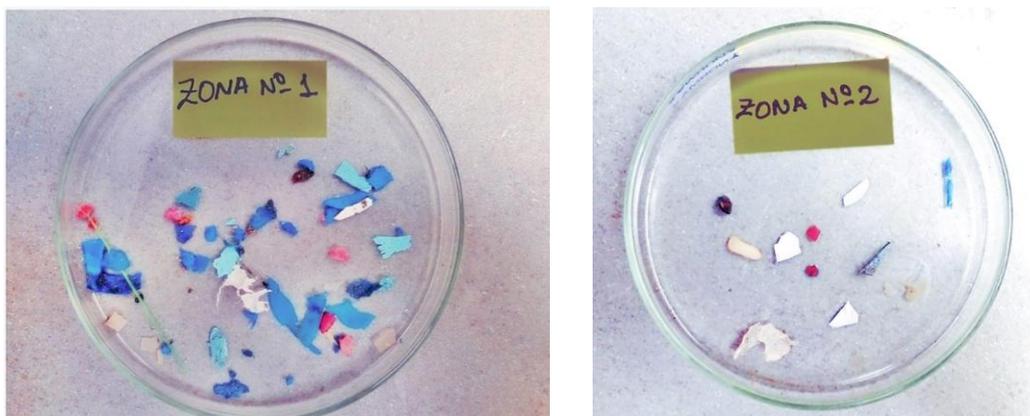


Nota. Elaboración propia

4.1.4. Caracterización y cuantificación de microplásticos

Figura 19

Microplásticos encontrados (Zona n° 1 y 2).



Nota. Elaboración propia

4.1.4.1. Caracterización de microplásticos de acorde a los patrones

Para la caracterización se analizaron teniendo en cuenta los patrones de:

HDPE (Polímero de alta densidad)

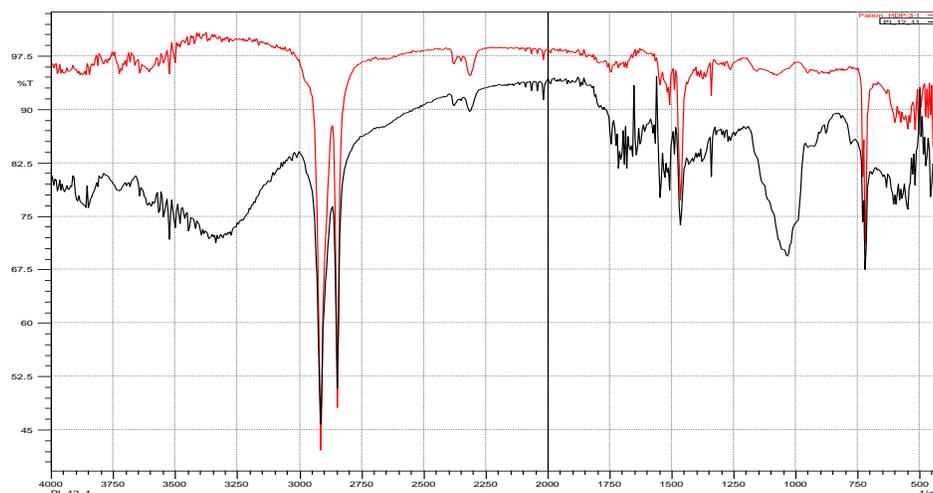
LDPE (Polímero de baja densidad)

PP (Polipropileno)

PET (Tereftalato de polietileno)

Figura 20

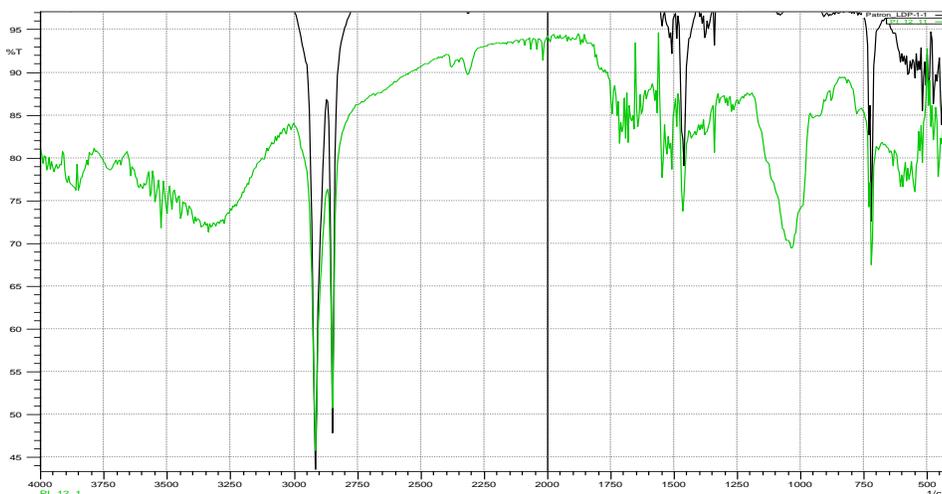
Espectro FTIR de una muestra de microplástico en la playa de Pimentel.



Nota. - - - Patrón de HDPE, - - - muestra de microplástico de la zona n° 1. En el espectro se observa tres grupos de bandas correspondientes a movimientos de tensión de los enlaces C-H a 2850 cm^{-1} , tensión C-C a 1500 cm^{-1} y a un movimiento de flexión de -CH_2 en 700 cm^{-1} . Reporte del laboratorio del Grupo de Investigación de Procesos Termoquímicos -UNI.

Figura 21

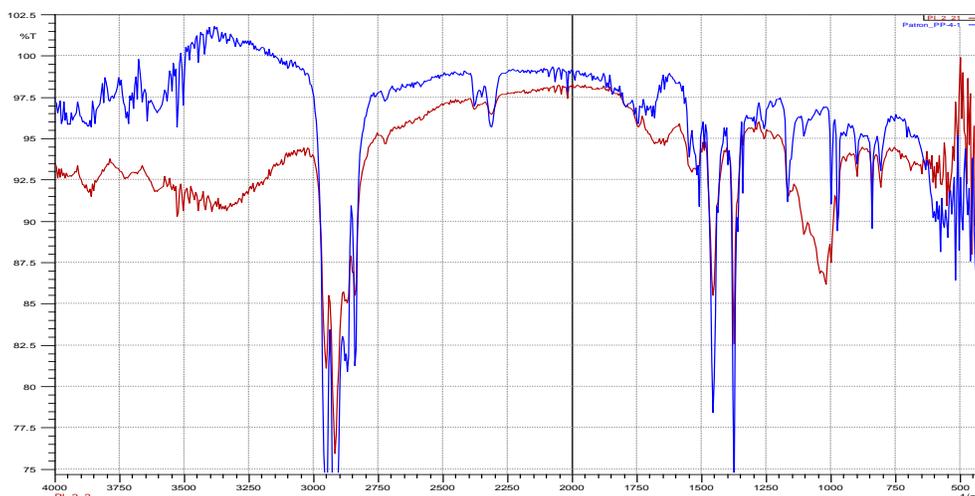
Espectro FTIR de una muestra de microplástico en la playa de Pimentel



Nota. - - - Patrón LDPE, - - - muestra de microplástico de la zona n° 1. En el espectro se observan tres grupos de bandas correspondientes a movimientos de tensión de los enlaces C-H a 2900 cm^{-1} y C-C 1450 cm^{-1} y a un movimiento de flexión de -CH_2 en 750 cm^{-1} . Reporte del laboratorio del Grupo de Investigación de Procesos Termoquímicos -UNI.

Figura 22

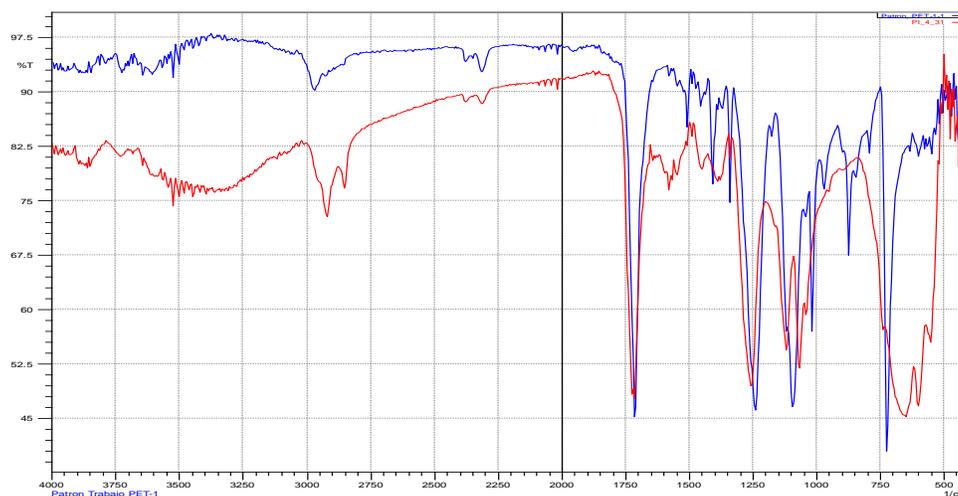
Espectro FTIR de una muestra de microplástico en la playa de Pimentel



Nota. ---- Patrón PP, ---- muestra de microplástico de la zona n° 2. En el espectro se evidencia tres grupos de bandas correspondientes a movimientos de tensión de los enlaces C-H a 2900 cm^{-1} y movimientos de tensión C-C en $1350\text{-}1450\text{ cm}^{-1}$ y a movimientos de flexión de -CH entre $1200\text{-}1000\text{ cm}^{-1}$. Reporte del laboratorio del Grupo de Investigación de Procesos Termoquímicos -UNI.

Figura 23

Espectro FTIR de una muestra de microplástico obtenida en la playa de Pimentel.

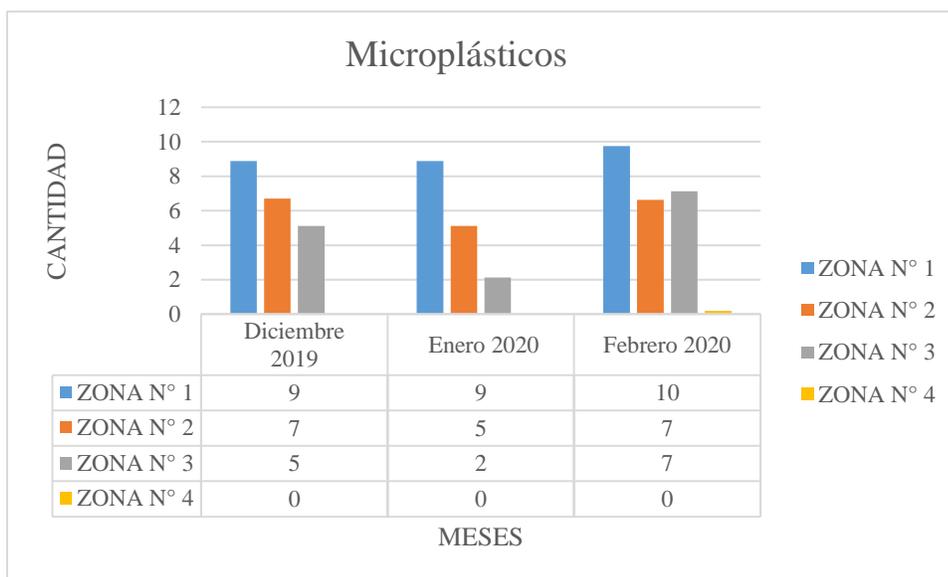


Nota. ---- Patrón de PET ---- muestra de microplástico de la zona n°2. En el espectro se evidencia una banda intensa correspondiente a la tensión del enlace C=O en 1700 cm^{-1} y movimientos de tensión $100\text{-}1100\text{ cm}^{-1}$ por tensiones de los enlaces del anillo aromático. Las bandas de tensión de enlaces C-H a $2800\text{-}2900\text{ cm}^{-1}$ son débiles, pero se pueden percibir. Reporte del laboratorio del Grupo de Investigación de Procesos Termoquímicos - UNI.

4.1.4.2. Cuantificación de microplásticos en cada zona y mes

Figura 24

Cuantificación de microplásticos en cada zona y mes de muestreo por m²



Nota. Elaboración propia

Tabla 16

Cuantificación de microplásticos en cada zona y mes de muestreo /m²

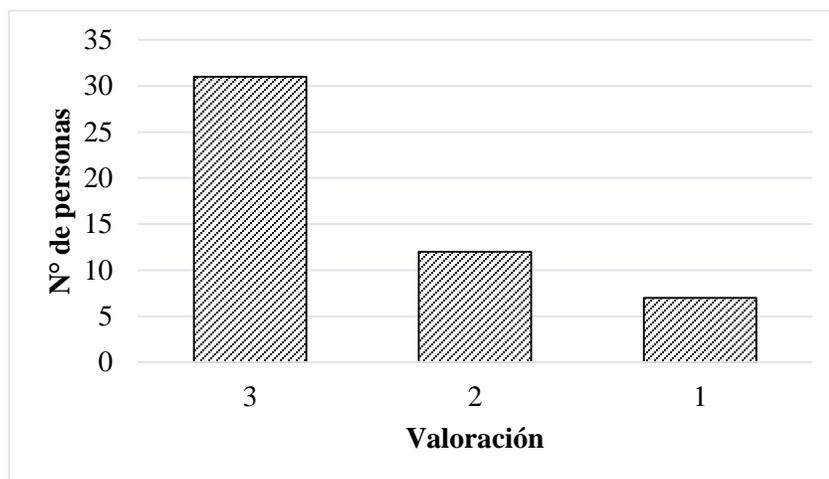
MES	ESTADÍGRAFO	ZONA N° 1	ZONA N° 2	ZONA N° 3	ZONA N° 4
Diciembre 2019	Media	8,88	6,00	5,13	ND
	Desviación estándar	4,64	2,56	2,23	ND
Enero 2020	Media	8,88	5,13	2,13	ND
	Desviación estándar	0,83	2,17	1,73	ND
Febrero 2020	Media	9,75	6,63	7,13	ND
	Desviación estándar	3,11	1,92	3,98	ND

Nota. ND: No determinado. Elaboración propia

4.1.5. Valoración de las personas sobre el impacto de las actividades antropogénicas en la playa de Pimentel

Figura 25

Resultados de la encuesta los usuarios de la playa de Pimentel



Nota. 1: poco significativo; 2: significativo; 3: muy significativo. En la figura observa claramente que, el 62% de las personas encuestadas valoran el impacto a las actividades de comercio ambulante, recreación y pesca artesanal como muy significativas, el 24% significativas y el 14% poco significativas. Elaboración propia.

Figura 26

Encuesta realizada a una vendedora ambulante en la playa de Pimentel



Nota. Elaboración propia

En la tabla 17 se muestra la matriz de interacción causa - efecto de las actividades antropogénicas sobre el suelo de la playa de Pimentel según los criterios de Leopold et al., (1971) citado por Espinoza (2001). La valoración cuantitativa se realizó por el método Fisher-Davis citado por (Conesa, 1996), como: 1. poco significativo; 2. significativo; 3. muy significativo; 4. Severo; 5. Crítico

Tabla 17

Valoración del impacto de la actividad antropogénica mediante la matriz causa – efecto

		ZONA N° 1			ZONA N° 2			ZONA N° 3			ZONA N° 4		
Acciones		Actividades antropogénicas			Actividades antropogénicas			Actividades antropogénicas			Actividades antropogénicas		
Impacto		Pesca artesanal	Comercio ambulatorio	Recreación									
Suelo	1. Calidad	0	2	3	0	3	3	1	3	3	3	3	3
	2. Contaminación	0	3	3	0	3	3	1	3	3	3	3	3
Aire	3. Calidad	0	0	2	0	1	1	0	2	2	2	2	2
	4. Nivel de olores	0	3	3	0	1	1	0	2	2	1	2	2
Paisaje	5. Vista panorámica	0	3	3	0	2	2	0	3	3	2	3	3

Nota. 1: poco significativo; 2: significativo; 3: muy significativo; 4: severo y 5: crítico. Elaboración propia.

4.2 Discusiones

En la tabla 4 se muestran los resultados de pH del suelo de la playa de Pimentel y las diferentes zonas y fechas monitoreadas, en donde el presenta un $\text{pH} > 7$, lo que caracteriza como un suelo alcalino, conteniendo un exceso de sales de calcio en el mes de febrero en la zona N° 4. Presentando una desviación estándar de 0,19 en la zona 4, en diciembre del 2019 en la cual los valores de pH no difieren mucho en variación de los resultados. Los valores de pH coinciden que lo obtenido por (Bojórquez et al., 2008) con un pH de 8 en suelos de las barras paralelas, playas y dunas de México. Por otro lado (Herrera et al., 2019), mencionan que en suelos de las barras costeras en marismas nacionales de México el pH tiene un promedio de 6,61, resultado menor a lo registrado en el suelo de la playa de Pimentel.

La tabla 5 nos muestra que la CE ha tenido un comportamiento variante con valores de 5020 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 11 920 $\mu\text{S}/\text{cm}$ representando éste último al mes de febrero en la zona N° 2. Debido a la concentración de iones tales como Sodio (Na^+), potasio (K^+), calcio (Ca^{+2}) magnesio (Mg^{+2}), sulfatos (SO_4^-) y cloruros (Cl^-), los cuales interfieren en la variación de la conductividad eléctrica, mostrando el mes de diciembre del 2019 en la zona 1 una desviación estándar de 0,24 que indica la poca variabilidad de los datos obtenidos.(Bojórquez et al., 2008) reportan valores más altos de salinidad comprendidos entre 12600 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 42200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ influenciados por mareas en las barras paralelas y dunas de México. Por otra parte (Herrera et al., 2019), en su estudio de salinidad de en los suelos de las barras costeras de las marismas en México muestran una CE de 13920 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

En la tabla 6 se muestran resultados de materia orgánica presente en el suelo de la playa encontrando diferencias estadísticas, el valor más alto es 3,14% presente en la zona 4 en el mes de febrero del 2020 catalogado como suelo con contenido orgánico medio, mientras que los suelos con bajo contenido orgánico se registró en el mes de diciembre del 2019 en la zona 2 con un valor de 0,19%; los valores de desviación estándar muestran una máxima verosimilitud en el mes de diciembre del 2019 en la zona 2 con un valor de 0,19%. Resultados acordes con (Herrera et al., 2019), en suelos de las barras costeras en México, donde registran valores de materia orgánica de 1,90%. Se registraron valor de materia orgánica mayores que los obtenidos por (Bojórquez et al., 2008), con 1,6% en suelos de las barras paralelas, playas y dunas de México.

En la tabla 7 se presenta valores de pH mayor a 7 caracterizando a un suelo alcalino en todas las zonas y en los diferentes los meses de muestreo, una baja conductividad eléctrica, siendo ésta variante por la presencia de un alto contenido de sales, en cuanto a la materia orgánica las zona 2 del mes de enero del 2020 y 4 de enero y febrero del 2020 presentan suelos con un contenido orgánico medio (2,1 – 3,14%) y las zonas 1 y 3 de toda la temporada de estudio evidencian suelos de bajo contenido orgánico (0,19-1,63%).

Las tablas 8, 9, 10, 11,12 y 13 evidencian resultados de los diferentes residuos sólidos orgánicos como bolsas plásticas, empaques de golosinas, palitos de chupetines, juguetes, telas, colillas de cigarros, nylon, rafia, residuos de frutas, papel higiénico, periódico, palitos de madera de helado y residuos inorgánicos como botellas y trozos de vidrio, latas, chapas de botellas de cerveza, desechos de construcción. (Gambini et al., 2019), registra resultados similares de residuos sólidos comprendiendo las bolsas

de alimentos, envolturas de golosinas, hilos de pesca, redes, sogas, tapas de bebidas, papel, revistas, periódico, presentes en la playa San Pedro de Lurín, Lima.

En las tablas 14 y 15 se muestran los resultados de la cuantificación de residuos sólidos en donde se puede apreciar que el mes de enero del 2020 se evidencia la más alta contaminación por residuos inorgánicos (9,76 % en peso) en la zona 1 donde los valores de la desviación estándar muestran una mayor verosimilitud de 0,09% en la zona n°3 en el mes de diciembre del 2019 y residuos orgánicos (55,5 % en peso) en la zona 3 en el mes de febrero la misma que representa una mayor verosimilitud respecto a la desviación estándar con un 0,03%; considerando la figura 18 que muestra es el alto porcentaje de plásticos (95,57 %), vidrio y latas (2,64%), papel (0,90 %), colillas de cigarro (0,50) y residuos de frutas (0,39%), resultados similares a lo obtenido por (Seco et al., 2015), en playas Argentinas donde la cuantificación de residuos sólidos plásticos alcanza un 97% y en menor proporciones colillas de cigarro. (Calvão et al., 2013), en la zona costera de Lisboa, registran un alto número de residuos sólidos, constituidos en su mayor cantidad por plásticos, papel y colillas de cigarro , al igual que (Gambini et al., 2019) en la playa San Pedro de Lurín, Lima refiere que el plástico es el residuo más prominente siendo el 70 % del total de residuos sólidos, hule con el 9%, papel 9% y vidrio 3%. (Rech et al., 2018), refiere que en la costa de Asturias, en el centro del Golfo de Vizcaya, España, el plástico constituye la mayor cantidad de basura antropogénica (75% a 100%) y el resto de desechos (2% a 6%).

En cuanto a los residuos sólidos evaluados presentan variaciones donde se evidencia una fuerte intervención de actividades antrópicas condicionando la temporada de verano como la más influyente. Las diversas variaciones meteorológicas, vientos,

temperatura y acciones de limpieza por parte de los gobiernos locales y voluntariados influyen en la cuantificación de los residuos sólidos en la playa.

Con respecto a las figuras 20, 21, 22 y 23 de los espectros de FTIR de microplásticos de polímero de alta densidad (HDPE) , polímero de baja densidad (LDPE), polipropileno (PP) y polietileno (PE) en el suelo de la playa de Pimentel, cuyos tamaños son de 1-5 mm pertenecientes a la clasificación de plásticos secundarios (<5 mm) resultados acordes a lo obtenido por (Cabrera, 2018), registrando la presencia de PP y PE.

En los diferentes tipos de microplásticos encontrados mostró en mayor proporción fragmentos de PET (tereftalato de polietileno) encontrándose en bolsas de plástico, bolsas de basura y envases de plástico, tapas flexibles, botellas, así como bolsas de la capa de cartones de leche, envases de alimentos, detergentes y otros. (Purca y Henostroza, 2017), reportan la presencia de fragmentos de microplástico en playas de Lima correspondientes a estireno, pellets negro, fibras y polímeros. (Cabrera, 2018), hace hincapié que en las playas de Tenerife, España existe evidencia de microplásticos comprendidos entre 2 – 5 mm, con presencia de PP (polipropileno) y PE (polietileno).

En la tabla 16 presenta resultados que evidencian una baja cantidad de microplásticos que varía entre 2,13 a 9,75 partículas / m², registrando la mayor cantidad en el mes de febrero de 2020 en la zona 1 (9,75) la cual es afectada por la presencia del Dren 3000 que contribuye con la acumulación de partículas. El mes de enero de 2019 en la zona 1 presenta una desviación estándar de 0,83 que nos indica que los valores obtenidos difieren en pequeñas proporciones en la variación de los resultados. Por su parte

(Iannacone et al., 2020), registra resultados similares en la playa Venecia, Villa El Salvador, Lima presentando 16,61 partículas de microplástico/Kg de arena y 8 partículas de microplástico secundario/Kg de arena, en marea alta. Por otro lado (Purca & Henostroza, 2017), muestran resultados de microplásticos encontrados en playas de Lima con cantidades que van desde 4,67 partículas/m² hasta 463, 33 partículas, refiriendo además que actividades como pesca, turismo, recreación así como el sistema de corrientes costeros favorecen en la contaminación de los ambientes costeros por microplásticos,

En la matriz de la tabla 17, se muestran los factores ambientales y las actividades antropogénicas realizadas en la paya de Pimentel, como el comercio ambulatorio, pesca artesanal y actividades recreativas, los cuales generan impactos negativos en la calidad del suelo, aire y paisaje, generando riesgos para la salubridad tanto en el medio ambiente como para la población misma. (Ansari & Matondkar, 2014), sostienen que la industrialización, el turismo, recreación, pesca artesanal alteran considerablemente el ecosistema medioambiental en la zona costera de Goa, India, alterando el ambiente marino así como la degradación de los suelos. La acumulación de residuos constituye un foco infeccioso que por consecuente emanan olores nauseabundos así como la presencia de roedores e insectos transmisores de enfermedades.

De la valoración del impacto de las actividades antropogénicas resaltan los impactos ambientales negativos con calificación de:

Significativo (2): originado por la pesca artesanal, llevada a cabo principalmente en la zona 4, la inadecuada acumulación de residuos sólidos sobre la calidad del suelo y aire

Muy significativo (3): originado el comercio ambulatorio y recreación sobre la acumulación de residuos afectando la calidad de suelo, aire y vista panorámica. (Rech

et al., 2018), dan a conocer el impacto ambiental de la costa de Asturias, en el centro del Golfo de Vizcaya, España, señalando que las actividades recreativas, turismo, ocio generan un mayor impacto negativo y en menor intensidad la pesca y manipulación de pescado en la playa. Del mismo modo (Guerra & Mancera, 2016), destacan que las actividades de comercio, turismo y recreativas generan una amenaza muy alta para el ecosistema en las playas de San Andrés en el Caribe.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Los residuos sólidos en la playa de Pimentel fueron inorgánicos y orgánicos, siendo estos últimos los más representativos. Los residuos orgánicos representan el 97,36 %: plásticos 95,57 %, colillas de cigarro 0,50 %, el papel con 0,90% y residuos de frutas 0.39% los residuos inorgánicos en un 2,64%: vidrio y latas 2,64 %, así como también se encontró microplástico con un promedio de 9 partículas por cada metro cuadrado.
- El efecto de las actividades antropogénicas en la calidad del suelo fue negativo generando mayor disposición de desechos sólidos actividades como comercio ambulatorio y recreación.
- Los impactos de las actividades antropogénicas en la playa de Pimentel, Lambayeque fueron valorados, como significativos y muy significativos.
- Se propone las siguientes acciones de mejora o remediación: Las autoridades competentes municipalidades, Ministerio del Ambiente, Ministerio de Salud, deben promover campañas de sensibilización ambiental en el distrito de Pimentel así como instalar contenedores de residuos sólidos clasificados según su origen a distancias cercanas realizando así una valorización de residuos sólidos municipales y su separación tal como lo indica el Decreto Legislativo N° 1278, que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos en el artículo 36, realizar campañas de segregación y reciclaje generando las buenas prácticas de los residuos sólidos que finalizaron su vida útil y generar un recurso valioso y económico en lugar de un producto de desecho, desarrollar estrategias de gestión que permitan tanto el cuidado

como la conservación del medio ambiente, con el propósito de amortiguar la degradación de suelos y asegurar el bienestar de los mismos y de la población en una escala intergeneracional. Instalar contenedores con los colores correspondientes para el almacenamiento de los residuos sólidos municipales, rojo (los residuos peligrosos), negro: (residuos no aprovechables y residuos sanitarios), marrón (residuos orgánicos), verde (residuos aprovechables) de ésta manera puedan ser clasificados como valorizables a través del reciclaje, acorde con la Norma Técnica peruana *00.058:2019* Gestión de Residuos

5.2 Recomendaciones

- Realizar campañas concientización ambiental y de la difusión sobre los problemas que se derivan de la contaminación marina y de ese modo reducir el impacto en el ecosistema. Así mismo involucrar a autoridades y la ciudadanía en general a ser protagonistas del cambio en la gestión de residuos sólidos y la sostenibilidad del departamento y país.
- Planificar estrategias haciendo uso de la economía circular reducir, reciclar, reutilizar, rediseñar y reparar de ésta manera proporcionar a los residuos sólidos una segunda vida que ayudarían a crear ciudades más sostenibles.
- Impulsar investigaciones futuras sobre el grado de contaminación de suelo y del agua de las playas de Lambayeque por ser zonas de recreación.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ansari, Z., & Matondkar, S. (2014). Anthropogenic Activities Including Pollution and Contamination of Coastal Marine Environment. *Journal of Ecophysiology and Occupational Health*, 14(1-2), 71. <https://doi.org/10.15512/joeoh/2014/v14i1-2/50743>
- Bazan, R. (1996). *Manual para el análisis químico de suelos, plantas y aguas*. Universidad Nacional Agraria La Molina
- Bojórquez, I., Hernández, A., García, D., Nájera, O., Flores, F., & Madueño, A. (2008). *Características de los suelos de las barras paralelas, playas y dunas de la llanura costera norte del estado de Nayarit, México*. 6.
- Cabrera, D. (2018). *Determinación de la presencia de microplásticos en playas de Tenerife* [Tesis de Pre grado, Universidad de La Laguna]. <https://docplayer.es/93788700-Determinacion-de-la-presencia-de-microplasticos-en-playas-de-tenerife.html><https://docplayer.es/93788700->
- Conesa, V. (1996). *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*. 2da edición. Mc Graw Hill, 71-110.
- Calvão, T., Pessoa, M., & Lidon, F. (2013). Impact of human activities on coastal vegetation— A review. *Emir. J. Food Agric.*, 25, 926-944. <https://doi.org/10.9755/ajfa.v25i12.16730>
- Congreso Constituyente Democrático, (1993). *Constitución Política del Perú*.
- Espinoza, G. (2001). *Fundamentos de evaluación de impacto ambiental*. Banco Interamericano de Desarrollo (BID) - Centro de Estudios para el Desarrollo (CED). 200 -202.

- Gambini, R., Palma, Y., Ricra, O., Vivas, G., & Vélez-Azañero, A. (2019). Cuantificación y caracterización de residuos sólidos en la playa san pedro de Lurín, Lima, Perú. *The Biologist*, 17(1). <https://doi.org/10.24039/rtb2019171305>
- Gonzales, J. (2018). Pimentel se posiciona como atractivo turístico de región Lambayeque. *Andina*. <https://andina.pe/agencia/noticia-pimentel-se-posiciona-como-atractivo-turistico-region-lambayeque-711884.aspx>
- Guerra, L., Y Mancera, J. (2016). Evaluación de amenazas antropogénicas en ecosistemas de playa en San Andrés, una isla pequeña del Caribe Suroccidental. *Bulletin of Marine and Coastal Research*, 44(1). <https://doi.org/10.25268/bimc.invemmar.2015.44.1.19>
- Herrera, A., Bojórquez J., Can A., Madueño A., & García J. (2019). Salinity and soil properties of beach ridge in national marshlands in Mexico. *Revista Bio Ciencias*, 6, e412. <https://doi.org/10.15741/revbio.06.e412>
- Iannacone, J., Huyhua, A., Alvariño, L., Valencia, F., Príncipe, F., Minaya Angoma, D., Ortega Alfaro, J., Pérez, A., & Castañeda Pérez, L. (2020). *Microplastics in the high and supralittoral area of a sand beach of the coastal coast of Peru*. 17(2), 335-346. <https://doi.org/10.24039/rtb2019172369>
- Instituto Nacional de Defensa Civil, (2003). Mapa de peligros de Pimentel. http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/estudios_CS/Region_lambayeque/chiclayo/pimentel_m p.pdf
- Instituto Nacional de Estadística e Informática, (2017). *Lambayeque, compendio estadístico*. <http://www.keneamazon.net/Documents/INEI/Lambayeque.pdf>

- Instituto Nacional de Estadística e Informática, (2020). *Densidad poblacional por años censales, según departamento y año censal*. <https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/poblacion-y-vivienda/>
- Martínez, A., Hinojosa, S., & Sierra, O. (2009). Proceso y avance hacia la sostenibilidad ambiental: La reserva de biosfera Seaflower, en el caribe colombiano. *13*, 7, 7-23.
- Ministerio del Ambiente, (2017). *Decreto Legislativo N° 1278*.
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/12834/Decreto-Legislativo-1278.pdf>
- Ministerio del Ambiente, (2017). *Ley General del Ambiente N° 28611*.
<http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Ley-N%C2%B0-28611.pdf>
- Ministerio del Ambiente, (2018). *Decreto Supremo N° 013-2018*.
https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/219245/ds_013-2018-MINAM.pdf
- Ministerio del Ambiente, (2013). *Decreto Supremo N° 002-2013*.
<http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2013/10/D-S-N-002-2013-MINAM.pdf>
- Ministerio del Ambiente, (2018). *Guía para la identificación y caracterización de impactos ambientales*. <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2018/10/Guia-Impactos.pdf>
- Ministerio de Salud, (1997). *Ley General de Salud N° 26842*.
<http://www.digemid.minsa.gob.pe/UpLoad/UpLoaded/PDF/LEYN26842.pdf>
- Oladejo, A. (2017). *Analysis of microplastics and their removal from water* [Bachelor's thesis, Helsinki Metropolia University of Applied Sciences].
<https://core.ac.uk/download/pdf/84798523.pdf>

- Paudel, K., Caffey, R., & Devkota, N. (2011). An Evaluation of Factors Affecting the Choice of Coastal Recreational Activities. *Journal of Agricultural and Applied Economics*, 43(2), 167-179. <https://doi.org/10.1017/S1074070800004144>
- Purca, S., & Henostroza, A. (2017). Presencia de microplásticos en cuatro playas arenosas de Perú. *Revista Peruana de Biología*, 24(1), 101. <https://doi.org/10.15381/rpb.v24i1.12724>
- Rech, S., Borrell Pichs, Y., & García-Vazquez, E. (2018). Anthropogenic marine litter composition in coastal areas may be a predictor of potentially invasive rafting fauna. *PLOS ONE*, 13(1), e0191859. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0191859>
- Rufasto, E. (2010). *Guía Práctica de Química Agrícola*. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- Seco, J., Rosenthal, A., & Becherucci, M. (2015). *Variación espacial de la basura en playas arenosas del SE de la provincia de Buenos Aires, Argentina*. IX Jornadas Nacionales de Ciencias del Mar, Argentina. <https://jornadasdelmar2015.files.wordpress.com/2015/11/libro-de-resc3bamenes-final.pdf>
- Tequen, Y., Sarmiento, L., Córdova, J., Culqui, Y., Espejo, J., Rivas, D., & Dávila, K. (2019). *Informe de determinación de densidad de residuos sólidos de veraneantes y análisis de comportamiento de arrojo de basura, en la Playa de Pimentel—Perú* [Técnico]. LOT INTERNACIONAL SAC. http://www.lotinternacional.com/pdf/INFORME_TECNICO_LOT_ESTUDIO_RS_PIMENTEL_ENERO_2019.pdf

- Thushari, G., Chavanich, S., & Yakupitiyage, A. (2017). Coastal debris analysis in beaches of Chonburi Province, eastern of Thailand as implications for coastal conservation. *Marine Pollution Bulletin*, 116(1-2), 121-129. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.12.056>
- Valdemoro, H., & Jiménez, J. (2006). The Influence of Shoreline Dynamics on the Use and Exploitation of Mediterranean Tourist Beaches. *Coastal Management*, 34(4), 405-423. <https://doi.org/10.1080/08920750600860324>
- Vejarano, J. (2019). Tres mil millones de bolsas plásticas se usan al año en Perú. *La República*, 20. <https://larepublica.pe/economia/2019/07/07/tres-mil-millones-de-bolsas-plasticas-se-usan-al-ano-en-peru/#:~:text=De%20acuerdo%20con%20el%20Ministerio,dichos%20residuos%20a%20nivel%20nacional.>

ANEXOS

ANEXO 01

ENCUESTA REALIZADA A LAS PERSONAS VISITANTES A LA PLAYA DE PIMENTEL

Ésta encuesta tiene como objetivo, analizar el impacto significativo que ocasionan los residuos sólidos en la playa de Pimentel, Lambayeque.

Perfil del encuestado

Edad: _____ Sexo:

	Hombre		Mujer
--	--------	--	-------

1. ¿Usted Hace uso de la Playa de Pimentel?

- Sí
- No

2. ¿Qué actividades realiza en ella?

- Recreativas
- Comercio Ambulatorio
- Pesca Artesanal
- Surf
- Otros: _____

3. En una escala del 1 al 5, dónde 5 es “crítico”, 4 es “severo”, 3 es “muy significativo”, 2 es “significativo ” y 1 es “poco significativo”

¿Considera que la playa se encuentra afectada por los residuos?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

4. ¿Considera usted que los residuos emanan olores?
- Sí
 - No
5. De acuerdo a su percepción, los olores son:
- Agradables
 - Desagradables
 - Fétidos
6. Los residuos sólidos contribuyen al paisaje de manera:
- Positiva
 - Negativa
7. En el caso de que la playa se encuentre afectada por residuos sólidos ¿Qué alternativas de solución propone?

ANEXO 02

FOTOGRAFÍAS

Figura 27

Pesado de la muestra en la zona N° 1



Nota. Elaboración propia

Figura 28

Residuos sólidos encontrados (zona 2)



Nota. Elaboración propia

Figura 29

Tamizado de la arena con residuos sólidos



Nota. Elaboración propia

Figura 30

Almacenamiento de las muestras de arena para la determinación de microplásticos



Nota. Elaboración propia

Figura 31

Registro de datos



Nota. Elaboración propia

Figura 32

Personal de limpieza bajo playa



Nota. Elaboración propia

