



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

“Contaminación y bioacumulación por microplásticos en la  
población de Mejillones, Playa Donofrio, Ancón – 2019”

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:**

Bachiller en Ingeniería Ambiental

**AUTORES:**

Amas López, Christopher Aaron (ORCID: 0000-0001-8979-3729)

Crispín Vásquez, Evelyn Estefani (ORCID: 0000-0003-4482-8224)

**ASESOR:**

Benítez Alfaro, Elmer (ORCID: 0000-0003-1504-2089)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Tratamiento y Gestión de los Residuos

**LIMA – PERÚ**

**2019**

## **Dedicatoria**

A Dios por permitirnos llegar a concluir esta etapa tan importante en nuestras vidas

A nuestras familias por el apoyo incondicional durante todo el proceso de nuestra carrera profesional

Finalmente a nuestros maestros y amigos por su apoyo incondicional y sus consejos

## **Agradecimiento**

Primeramente agradecer a Dios por permitirnos concluir una de las etapas más importantes de nuestras vidas, por darnos fuerza, sabiduría y perseverancia durante este proceso universitario

Agradecer a cada uno de nuestros familiares, por su apoyo absoluto durante nuestra carrera universitaria por siempre alentarnos, seguir creyendo en nosotros y confiar en nuestra capacidad

Agradecer a los docentes Juan Julio Ordoñez y Elmer Benítez por brindarnos conocimientos importantes que nos ayudara a crecer como profesionales y también por su paciencia, tiempo y dedicación

Agradecer a la universidad cesar vallejo por brindarnos sus aulas, y áreas para crecer como profesionales y desarrollar nuestras capacidades así mismos poder darnos la oportunidad de culminar nuestra carrera profesional

## Índice

Dedicatoria	i
Agradecimiento	ii
Página de jurado	iii
Declaratoria de autenticidad	iv
RESUMEN	ix
ABSTRAC	x
1. INTRODUCCIÓN	1
II. MÉTODO	21
2.1. Tipo y diseño de investigación	22
2.2. Población y muestra, selección de la unidad de análisis.	23
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	26
2.3.3.1. Validación	28
2.4. Procedimiento	29
2.5. Método de análisis de datos	47
2.6. Aspectos éticos	48
III. RESULTADOS	49
IV. DISCUSIÓN	69
V. CONCLUSIÓN	73
VI. RECOMENDACIONES	75
REFERENCIAS	77
ANEXOS	85

## Índice de tablas

Tabla 1: identificación de microplásticos a través del estereoscopio	40
Tabla 2: tamaño en cm y peso en gramos de los mejillones recolectados en la muestra 1 (muestreo aleatorio)	50
Tabla 3: Tamaño en cm y peso total en gramos de los mejillones obtenidos en la muestra 2 (muestreo al azar)	52
Tabla 4: tamaño en cm y peso total en gramos de los mejillones obtenidos en la M3 - (muestreo al azar)	54
Tabla 5: tamaño en cm y peso total en gramos de los mejillones obtenidos en la muestra 4 (muestreo aleatorio)	55
Tabla 6: pesos totales en miligramos de los papeles filtros whatman	57
Tabla 7: Pesos totales en miligramos de los microplásticos obtenidos	59
Tabla 8: Prueba de normalidad	60
Tabla 9: Identificación del tipo de microplásticos	62

## Índice de Figuras

Figura 1: Distribución del plástico en el ecosistema marino	14
Figura 2: Mejillones contaminados con microplásticos	15
Figura 3: Bioacumulación de microplásticos en moluscos	16
Figura 4: Mapa de Ubicación de la zona de estudio	23
Figura 5: Proceso de toma de Muestra	24
Figura 6: Proceso De Recolección de Mejillones	25
Figura 7: determinación de puntos para la recolecta de mejillones y toma de temperatura en ambientes de recolecta de mejillones	30
Figura 8: coordenadas de los puntos de recolecta de mejillones en la playa Donofrio, Ancón	30
Figura 9: conservación de mejillones recolectados en la Playa Donofrio, Ancón	31
Figura 10: identificación de residuos sólidos presentes en la Playa Donofrio, Ancón	32
Figura 11: análisis de mejillones en laboratorio	33
Figura 12: Agrupación de mejillones en grupos de tres por muestra	34
Figura 13: Aplicación de ácido nítrico para deterioro de tejido blando del mejillón	34
Figura 14: Eficacia del deterioro de la materia orgánica por el ácido nítrico en 15 horas de reposo	35
Figura 15: ebullición de las muestras para obtener los microplásticos puros	36
Figura 16: agua destilada a 80°C para homogenizar el filtrado	37
Figura 17: filtrado de las muestra en el equipo de la bomba al vacío	37
Figura 18: fijación de microplásticos obtenidos en el filtrado	38
Figura 19: Tamaño total de los mejillones recolectados en la muestra 1	50
Figura 20: Peso total de los mejillones recolectados en la muestra 1	51
Figura 21: Tamaño total de los mejillones recolectados en la muestra 2	53
Figura 22: Peso total de los mejillones recolectados en la M2	53
Figura 23: <i>Tamaño total de los mejillones recolectados en la muestra 3</i>	54
Figura 24: Peso total de los mejillones recolectados en la muestra 2	55
Figura 25: Tamaño total de los mejillones recolectados en la muestra 4	56
Figura 26: Peso total de los mejillones recolectados en la muestra 4	56
Figura 27: Pesos totales en miligramos de los papeles filtros de celulosa con microplásticos	58

Figura 28: Pesos totales en miligramos de los microplásticos obtenidos	60
Figura 29: Espectro infrarrojo de la muestra M1 – Plástico negro.	63
Figura 30: Espectro infrarrojo de la muestra M2 – Plástico rojo	63
Figura 31: Espectro infrarrojo de la muestra M3 – Plástico verde	64
Figura 32: Espectro infrarrojo de la muestra M5 – Plástico azul	64
Figura 33: Espectro infrarrojo de la muestra M6 – Plástico gris	65
Figura 34: Espectro infrarrojo de la muestra M7 – Plástico rojo	65
Figura 36: comparación entre los Espectro infrarrojo de la M1 y M2 y el estándar de Tereftalato de polietileno (PET)	66
Figura 35: comparación entre los Espectro infrarrojo de todas las muestras y el estándar de polietileno de alta densidad (HDP)	67
Figura 37: comparación entre los Espectro infrarrojo de la M1 y M2 y el estándar de Polipropileno (PP)	68

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar la presencia de microplásticos en la población de mejillones del balneario Donofrio, Ancón e identificar las características y tipos de microplásticos presentes. Para la obtención de las muestras de mejillones se realizó una recolección de 24 mejillones al azar en 4 puntos distintos de la playa Donofrio teniendo en cuenta la zona de mayor población. Luego de realizado el muestreo se realizó en laboratorio el proceso de extracción del microplástico, la cual consistió en el tratamiento de digestión para la cual se utilizó como desintegrador de materia orgánica al reactivo ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ), una bomba de filtro al vacío y papel filtro de celulosa como principales factores durante el proceso. Después de haber extraído el microplásticos en los filtros, estos fueron pesados para determinar la cantidad de microplásticos promedio y luego analizar las características físicas con ayuda de un microscopio binocular (4x, 10x y 40x). Los resultados mostraron la presencia de microplásticos en la muestra de mejillones obteniéndose un peso promedio de 0.0479 mg de microplásticos total, además se presentaron microplásticos de formas puntiagudas, cuadradas irregulares, rectangulares irregulares y fibras alargadas, en colores variados entre rojo, azul, verde y negro siendo estas últimas la de mayor presencia. Posteriormente se utilizó la espectroscopia infrarroja FTIR para determinar el tipo de polímero presente en la muestra extraída de la zona de estudio identificándose así el tipo de polímero por muestra, donde la M1 fue Tereftalato de polietileno (PET), M2 fue Polipropileno (PP), M3 fue polipropileno, M5 fue polietileno de alta densidad (HDP), M6 fue polietileno de alta densidad (HDP) y M7 fue polietileno de alta densidad (HDP). Se concluye que los posibles orígenes de los microplásticos radican de la desembocadura del río Chillón directa como indirectamente al litoral de la playa propagando así la proliferación de residuos, además la presencia de desagües rotos en la zona superior de los cerros aledaños a la playa son fuente de contaminación primaria ya que se encuentran en mal estado y mal ubicados además la escasa educación ambiental y los pocos contenedores para a disposición de residuos sólidos

**Palabras clave:** mejillones, microplásticos, espectroscopia infrarroja, ácido nítrico



## ABSTRAC

The purpose of this research was to evaluate the presence of microplastics in the mussel population of the Donofrio, Ancón spa and identify their characteristics and the types of microplastics present. In order to obtain the mussel samples, a collection of 24 random mussels was made at 4 different points of Donofrio beach, taking into account the area of greatest population. After sampling, the microplastic extraction process was carried out in the laboratory, which consisted of the digestion treatment for which nitric acid reagent (HNO<sub>3</sub>), a vacuum filter pump and paper was used as an organic material disintegrator. Cellulose filter as main factors during the process. After having extracted the microplastics in the filters, these were weighed to determine the average microplastic quantity and then analyze the physical characteristics with the help of a binocular microscope (4x, 10x and 40x). The results showed the presence of microplastics in the mussel sample obtaining an average weight of 0.0479 mg of total microplastics, in addition microplastics were presented with pointed, irregular square, irregular rectangular and elongated fibers, in varied colors between red, blue, green and black being the latter the most present. Subsequently, FTIR infrared spectroscopy was used to determine the type of polymer present in the sample extracted from the study area, thus identifying the type of polymer per sample, where the M1 was Polyethylene Terephthalate (PET), M2 was Polypropylene (PP), M3 was polypropylene, M5 was high density polyethylene (HDP), M6 was high density polyethylene (HDP) and M7 was high density polyethylene (HDP). It is concluded that the possible origins of the microplastics lie from the mouth of the Chillón river directly and indirectly to the shoreline of the beach, thus spreading the proliferation of waste, in addition the presence of broken drains in the upper area of the hills adjacent to the beach are a source of primary pollution since they are in poor condition and poorly located in addition to the scarce environmental education and the few containers for solid waste disposal

**Keywords:** mussels, microplastics, infrared spectroscopy, nitric acid

## **1. INTRODUCCIÓN**

## 1.1. Realidad problemática

La generación de residuos sólidos a nivel mundial se va incrementando con gran rapidez. Los desechos generados en los últimos tres años alcanzaron los 2.010 millones de toneladas a nivel mundial, es muy alarmante dichas cifras ya que se estima que para el año 2050 se llegara a un promedio de 3.400 millones de toneladas de residuos generados a nivel mundial (Banco Mundial, 2018).

En las últimas décadas, el empleo del plástico en la sociedad peruana y en algunos países desarrollados está incrementándose deliberadamente como por ejemplo, las botellas, los platos descartables, vasos, bolsas .etc. están causando un problema muy crítico en el ambiente, esto es debido a que estos no se les están asignando un tratamiento adecuado en su disposición final. La generación de residuos sólidos tiene como factor principal al consumismo que conlleva al uso masivo de un material innecesarios, a nivel nacional el desecho con mayor producción en desuso es el plástico, el uso promedio de plástico es de 30 kg por persona usándose 3 millones de bolsas por año y casi 6 mil bolsas por minuto generando así un impacto ambiental negativo, debido a que no se implementa un gestión y/o tratamiento adecuado para su valorización o disposición final (MINAM, 2017).

La problemática base de la contaminación de los ecosistemas por plástico se deriva a estos mismos pero de menor tamaño, llamados “microplásticos”, la generación de plástico y sus derivados trae consigo su desintegración en un proceso natural de descomposición, los trozos de plásticos flotantes en el medio acuático comienza a degradarse en pequeñas tamaños llegando a una escala de micro, nano y pico. Los microplásticos se caracterizan por tener un diámetros inferior a 5 mm, que se consideran contaminantes ubicuos que absorben contaminantes y que son ingeridos por organismos acuáticos y acumulados en toda la cadena alimenticia, trayendo consigo un impacto negativo en los ecosistema marino (Purca, 2017).

La polución por microplásticos presente en la vida acuática podría ser un factor entre la cadena alimenticia de estos seres puesto a que son materiales de mínimo tamaño y no es asimilado como tal por el mejillón u otro tipo de molusco al momento de alimentarse.

Estudios han investigado el color y el tamaño de los microplásticos en playas en relación a su confusión con los alimentos, han encontrado microplásticos de diversos colores o tamaños que son mínimamente percibidos por los animales además que estos contaminantes se encuentran en su fuente de alimento como el fitoplancton y las algas así mismo están presentes en el cuerpo de agua donde habitan (Rojo, E. & Montoto T., 2017).

Con el fin de recolectar más información sobre la presencia de microplásticos en la población de mejillones en la playa "Donofrio" en Ancón, se procederá a elaborar dicho trabajo de investigación con el objetivo de determinar el nivel de contaminación y bioacumulación de microplásticos en la población de mejillones esto se desarrollara por medio de la caracterización del material obtenido, el cual facilitara para identificar posibles fuentes de contaminación asimismo establecer las características de los microplásticos y definir los tipos de microplásticos presentes en la contaminación y bioacumulación en la población de mejillones.

## 1.2. Trabajos Previos

KEDZIERSKI, M. et al. (2019) .Realizaron un estudio en el mar mediterráneo (TARA expedition) con el propósito de evaluar la presencia de microplásticos, dedujeron que el analizar este tipo de contaminante, conlleva mucho tiempo porque depende de un análisis multidisciplinario debido a la diferentes clases de microplásticos pero a pesar de este análisis ; esta evaluación aún es un reto , es por eso que el objetivo de este estudio fue proponer un protocolo para determinar la cantidad suficiente de microplásticos que deben ser analizados para que sea una muestra representativa de la distribución del tamaño de la partícula ,la naturaleza química y calcular su margen de error; para esto se tomaron muestra de microplásticos de 42 Mantas (especie marina),se obtuvieron resultados en la cual solo el 3% de los microplásticos recolectados deben ser analizados para dar una visión precisa de la escala de la cuenca mediterránea (error <5%), y un 17,7%, para dar visión general por Manta.

HERMABESSIERE, L. et al. (2018) Sostienen que el plástico es un material de mucha demanda ,ya que cuenta con características de ser económico ligero y fácil de producir pero que a pesar de esto ; su impacto al ambiente tiene un alto rango de complejidad .Es por eso que se realizó un estudio titulado “ Optimization, performance, and application of a pyrolysis-GC/MS method for the identification of microplastics” , para identificar microplásticos y en la cual tenía como objetivos ;optimizar un método Py-GC / MS para identificar con precisión el polímero de Mciroplastico, evaluar el rendimiento de la Enfoque Py-GC / MS, comparar identificaciones con muestras ya identificadas por [mu] -Raman y aplicar esta técnica al medio ambiente. Para realizar este estudio se aplicó el método Py-GC / MS en partículas de plástico recolectadas de especies marinas como los bivalvos-mejillones(*Mytilus edulis*) y berberechos (*Cerastoderma edule*),luego del análisis se obtuvieron como resultados que de las 20 partículas recolectadas (16 partículas de bivalvos y 4 de muestras de playa),las 20 partículas fueron fragmentos de color azul y uno de color verde, en comparación con el método [mu] -Raman solo identificó la presencia de la naturaleza de los pigmentos. Se concluyó

que este método es eficiente para identificar microplástico pero se recomienda ser implementado después de aplicado el método Raman, solo para confirmar aquellos microplásticos que no ha podido ser reconocidos

BLANCON-RAYON, E. et al. (2019). Realizaron un estudio titulado “Food-type may jeopardize biomarker interpretation in mussels used in aquatic toxicological experimentation” que tuvo como objetivo determinar la influencia del tipo de alimento en una batería de biomarcadores con frecuencia analizado en mejillones (*Mytilus galloprovincialis*). El tipo de investigación es experimental mediante la aplicación de microscopía y luz para el análisis; se evaluaron las microalgas de diferente tamaño en el intestino medio de los mejillones, específicamente se evaluó su distribución y su destino; además se analizó a la vez una batería de biomarcadores (actividades de enzimas metabólicas) para evaluar el efecto ecológico en el análisis de contaminación del ecosistema marino. Se obtuvieron como resultados que existe una desestabilización de células digestivas del mejillón incluido una atrofia del epitelio digestivo y pérdida de glándula digestiva, todo esto debido a la exposición de contaminantes. Se concluye que la evaluación de la batería de biomarcadores permite identificar el impacto en la alimentación y estructura digestiva de los mejillones.

PITTURA, L. et al. (2018). Realizaron un estudio titulado “Microplastics as Vehicles of Environmental PAHs to Marine Organisms: Combined Chemical and Physical Hazards to the Mediterranean Mussels, *Mytilus galloprovincialis*”, en la cual tenían como objetivo evaluar a los microplásticos como vehículos de transmisión de contaminantes orgánicos persistentes (Hidrocarburos aromáticos policíclicos) y sus riesgos ambientales en mejillones. El tipo de investigación es experimental, utilizando el método de pesos cuantitativo de evidencia además de técnicas histológicas para análisis de bioacumulación por Benzo pireno (BaP). Los mejillones fueron expuestos a microplásticos durante 4 semanas, esto incluye mejillones con microplásticos y otros con microplásticos pre-contaminados con BaP. Se obtuvieron como resultados que los microplásticos se ubicaron en las branquias, hemolinfa y en tejidos digestivos donde a la misma vez se

transfiere el Benzo pireno (BaP), de la cual se determina que los microplásticos ocasionan una ligera toxicidad celular de baja exposición pero en corto plazo, cabe recalcar que la bioacumulación de BaP aún es un ámbito inexplorado bajo condiciones de largo plazo, ya que podrían haber efectos en la salud de los organismos.

YU, Y. et al. (2018). El estudio titulado “Advancement and Challenges of Microplastic Pollution in the Aquatic Environment: a Review”, tuvo el objetivo analizar e identificar microplásticos como generadores de la contaminación marina. El tipo de investigación es experimental, se utilizó la técnica del muestreo, se pueden recolectar las muestras mediante redes de arrastre de superficie, redes bongo, redes de arrastre bentónicas y embarcaciones, además la evaluación se apoya de herramientas como redes de arrastre y tamices, las muestras pueden derivar de playas, estuarios o el fondo marino para evaluar microplásticos. Se concluye que los microplásticos causan un gran impacto en el ecosistema marino, incluido que la concentración química de microplásticos debe ser evaluada debido a que podría causar daños a la biota marina; también se recomienda que debe analizarse las formas, tamaños y composición de polímero de las muestras que se extraen, todo esto es fundamental ya que se menciona que es necesario prevenir y minimizar el impacto de contaminación por micro plástico

GERDES, Z. et al. (2019). El estudio titulado “Microplastic-mediated transport of PCBs? A depuration study with *Daphnia magna*”. Este estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de los microplásticos en la eliminación de PCB en animales planctónicos exponiendo el cladóceros *Daphnia magna*. El tipo de investigación es experimental. Se expuso al *Daphnia magna* a una alta carga de bifenilos políclorados (PCB 18,40,128 y 209) incluido una mezcla de microplásticos y algas, luego se analizaron a los dafnidos, su carga corporal de PCB, su crecimiento, la fecundidad y la composición elemental (%C y %N). Se obtuvieron como resultados que los dafnidos alimentados por microplásticos; el PCB 209 se pudo eliminar eficientemente, además los efectos del PCB sobre la fecundidad de la especie analizada fueron de bajo rango o de menor importancia, pero se detectó que la carga corporal de PCB

y la exposición a microplásticos tuvieron concentraciones altas comparados con concentraciones ambientalmente fundamentales, también se menciona que el microplásticos como vector de contaminantes orgánicos persistentes es un tema de debate en la actualidad

ORTUÑO, R.(2019).El estudio titulado “ Eficacia fagocítica en hemocitos de mejillón :efectos del mercurio en presencia de microplásticos extracelulares” , tiene como objetivo evaluar los efectos causados sobre la actividad fagocítica de hemocitos de mejillón por la exposición in vitro al mercurio y a tres clases de microplásticos (MPP 635 XF, AQUAMATTE 26HD y AQUATEX 325) .El tipo de estudio es experimental ,se utilizó un contador de partículas Coulter para caracterizar las suspensiones de microplásticos además se establecieron las concentraciones de mercurio al inicio y al final del análisis. Además en este análisis, para evaluar la eficacia fagocítica se estableció gracias al método de microscopia de fluorescencia. Se obtuvieron como resultados que las concentraciones de mercurio de  $10^{-8}$  M ocasionaron efectos inhibitorios significativos, lo cual indica que existe una toxicidad que está influida por el mercurio, se menciona que la adsorción de mercurio en la superficie de los microplásticos suspendidos y su traslado a los lisosomas podrían ser las causas de estos resultados

CANTOS, M. (2019).En la investigación titulada “Estudio de la contaminación marina por plásticos y evaluación de contaminantes derivados de su tratamiento” ,tiene como objetivo estudiar la presencia de microplásticos en el mar ,el tipo de estudio es experimental ,en la cual se utilizó una mezcla de residuos que contenía plásticos, red, cuerda, textil justo la misma proporción de cómo se encuentran en el mar conjunto a 4 clases de plástico (polietileno tereftalato (PET),polietileno (PE), nylon, polipropileno (PP) ),esta mezcla se compuso de residuos tomados como muestra de la zona de Torre Vieja y Santa Pola (España) se logró la caracterización de dichos residuos incluyendo aspectos como composición y análisis de contaminantes ,este último análisis se propuso con el propósito de evaluar la descomposición térmica(emisiones volátiles) utilizando ambientes diferentes. Este último análisis conllevó a proponer un modelo cinético con el objetivo de lograr una combustión de la muestra de residuos marinos, ya que los residuos plásticos



cuentan con un elevado poder calorífico haciéndolos adecuados para transformarlos en combustible luego de un exigente análisis de descomposición térmica.

FONNEGRA, A.(2019) . En la investigación titulada “Posible efecto de los microplásticos en la salud”, tiene el objetivo de analizar los efectos que causan los microplásticos debido a su consumo en la salud humana, el tipo de investigación es no experimental. Se sostiene que los microplásticos derivan de fibras sintéticas de la ropa que llevamos cada día del polvo ocasionado por los autos ,de las pinturas y de plásticos de gran tamaño que podrían fracturarse ,además recalca que los mejillones y peces son portadores de la mayor cantidad de micro plástico debido a la contaminación marina , pero que la contaminación terrestre por plástico puede ser mayor a esta .Se recomienda que la manera de evitar que los microplásticos sigan dañando la salud humana es reducir el consumo de estos materiales de todo tipo incluyendo botellas ,utensilios cajas ,bolsas ,etc.

LI,J. et al. (2018).En la investigación titulada “Microplastics in mussels sampled from coastal waters and supermarkets in the United Kingdom” ,tiene el objetivo de evaluar la presencia de microplásticos y otros desechos antropogénicos en el agua de mar y mejillones (*Mytilus edulis*) de las aguas costeras del Reino Unido, así como fuentes de supermercados , el tipo de investigación es experimental .Se sostiene que de la muestra de agua de mar, se obtuvieron resultados de  $3.5 \pm 2.0$  elementos de desechos / L en promedio además en los mejillones que fueron muestra para la investigación, se encontró que el número total de desechos varió de 0.7 a 2.9 elementos / g de tejido y de 1.1 a 6.4 elementos / individuo. Ahora en el análisis de los mejillones adquiridos en los supermercados mostró un resultado mayor de microplásticos en los mejillones pre-cocidos a comparación de los mejillones vivos .Gracias al método de espectroscopia Micro-FT-IR aplicado a 136 muestras seleccionadas al azar, se obtuvo un resultado certero y concluyente,

ya que se encontró que el 50% de los elementos era microplásticos, específicamente un 37% eran fibras de rayón y algodón.

CHO, Y. et al. (2019) En el estudio titulado “Abundance and characteristics of microplastics in market bivalves from South Korea”, tiene el objetivo de analizar la contaminación por microplásticos en bivalvos domésticos vendidos en mercados pesqueros en tres ciudades principales de Corea del Sur, el tipo de investigación es experimental. Se realizó la selección de 4 especies de bivalvos la ostra (*Crassostrea gigas*), el mejillón (*Mytilus edulis*), la almeja de Manila (*Tapes philippinarum*) y la vieira (*Patinopecten yessoensis*), se analizó la concentración medio, el cual resultó de  $0.15 \pm 0.20$  n / g y  $0.97 \pm 0.74$  n / individual. Además se encontró fragmentos y partículas  $< 300 \mu\text{m}$  siendo el 76% y el 65% del total de microplásticos, aquí se incluyen al Polietileno (PE), polipropileno (PP), poliestireno (PS) y poliéster. Específicamente el poliéster se encontró en ostras y mejillones en rangos mayores cultivados en la zona superior de la columna de agua pero simultáneamente en las almejas y vieiras de Manila aumentaron la proporciones de poliéster cultivados en la zona media de la columna de agua, se concluye que la polución por microplásticos está extendida en bivalvos comerciales.

GREEN, D. et al. (2019) En la investigación titulada “Exposure to microplastics reduces attachment strength and alters the haemolymph proteome of blue mussels (*Mytilus edulis*)”, tiene como objetivo analizar el impacto del polietileno polimérico en la especie mejillón azul (*Mytilus edulis*), el tipo de estudio es experimental, este estudio utiliza la espectrometría de masas para identificar los posibles mecanismos de los microplásticos y su impacto en las especies marinas. Se utilizó al mejillón azul (*Mytilus edulis*) y se expuso durante 52 días a un entorno de meso cosmos al aire libre a microplásticos de polietileno, donde se observó una reducción de hilos balsámicos producidos en un aproximado del 50%, resultó que la exposición a cualquier tipo de microplásticos afecta el proteasa de hemolinfa además las proteínas afectadas están en relación con los procesos biológicos vitales como

la desintoxicación ,la regulación inmune , el desarrollo estructural y el metabolismo.

BINTI, R. (2019) En un estudio titulado “Microplastic Contamination in Green Mussel Aquaculture at Straits of Johor”, tiene como objetivo evaluar la contaminación microplástica en el agua de mar y el mejillón de verde de cultivo (*Perna viridis*) en el Estrecho de Johor, el tipo de investigación es experimental. Se obtuvieron resultados positivos en lo que respecta a polución de microplásticos en muestras de agua de mar y mejillón verde del área de acuicultura. Los microplásticos encontrados en las muestra de mejillón verde fueron  $0.58 \pm 0.25$  ítems / g y  $1.95 \pm 1.14$  ítems / individuo. Simultáneamente en la muestras de agua de mar fue de  $8 \pm 3.85$  artículos / L .Se concluye que el microplásticos más común encontrado fueron la fibras, luego también estaban presentes fragmentos de colores y tamaños diferentes, se recomienda realizar una evaluación intensiva de la polución microplástica en especies marinas y su impacto.

ABIDLI, S. et al. (2019) El estudio titulado “Microplastics in commercial molluscs from the lagoon of Bizerte (Northern Tunisia)”, tiene como objetivo determinar la biodisponibilidad de los Microplásticos a los organismos marinos y su riesgo para los consumidores de mariscos; el tipo de estudio es experimental. Se realizó el estudio a seis moluscos comerciales muestreados de la zona de la laguna de Bizerte durante el mes de marzo, se obtuvieron resultados donde las concentraciones de microplásticos tuvieron una variación de  $703.95 \pm 109.80$  a  $1482.82 \pm 19.20$  artículos kg – 1 peso húmedo. Se encontraron fibras, fragmentos y películas de las cuales las fibras fue el microplásticos más común y el tamaño promedio fue entre 0.1–1 mm. Además el método FTIR-ATR analizó y confirmó la presencia de 2 tipos de polímeros de polietileno y polipropileno, se concluye que la polución por microplásticos en la zona de estudio conlleva un nivel alto en moluscos comerciales, lo cual afecta a la red trófica y al ser humano debido a su consumo.

SCOTT, N. et al.(2019) El estudio titulado “Particle characteristics of microplastics contaminating the mussel *Mytilus edulis* and their surrounding environments”, tiene como objetivo investigar las características ambientales de partición y partículas de macro, meso y microplásticos y su absorción en el mejillón *Mytilus edulis*; el tipo de estudio es experimental. Se analizaron sedimentos, agua de mar y mejillones de 9 zonas intermareales en el suroeste de Inglaterra para identificar la proporción y tipo de microplásticos presentes. Se obtuvieron como resultados partículas micro y meso plástico en un porcentaje de 88.5 % derivados a partir del análisis muestral de 269 mejillones: de este análisis el 70,9% se detectaron partículas semi-sintéticas, se deduce también que la presencia de microplásticos en los mejillones tuvo una relación directa con los sedimentos cercanos muestreados pero que no tuvo la misma relación con el agua de mar analizada además se menciona que la presencia de polímeros va a variar entre las áreas analizadas, como sedimento, agua de mar y mejillones.

CALDWELL J. et al. (2019) En un estudio titulado “Assessing meso- and microplastic pollution in the Ligurian and Tyrrhenian Seas”, tiene como objetivo evaluar la abundancia, el tamaño y la composición de los meso y microplásticos flotantes recolectados durante cuatro semanas en 2018 en los mares de Liguria y Tirreno, el tipo de estudio es experimental. Se analizaron las costas mediterráneas específicamente los mares de Liguria y Tirreno para identificar la presencia de microplásticos. Se obtuvieron como resultados que existen concentraciones promedio donde se identifican partículas meso y microplásticos de  $28,376 \pm 28,917$  y una masa de  $268.61 \pm 421.18g$ , luego se dedujo que 19% eran películas, 4% eran espumas, 65% eran fragmentos pero que finalmente el 65% eran partículas microplásticos en su mayoría y gracias a la espectroscopia infrarroja de Fourier se identificó el tipo de polímero, donde el polietileno, polipropileno, poliestireno y poliamida eran los abundantes en la zona estudiada.

QU X. et al.(2018) El estudio titulado “Assessing the relationship between the abundance and properties of microplastics in water and in mussels”, tiene

como objetivo investigar la contaminación microplástica en el agua y los mejillones (*Mytilus edulis*, *Perna viridis*) a lo largo de las aguas costeras de China, el tipo de estudio es experimental. Se analizaron 25 zonas a lo largo de la costa de China, se obtuvieron como resultados una gran relación lineal positiva entre los mejillones y los microplásticos presentes en el agua, donde el microplásticos abundante fueron las fibras, los resultados determinaron que existe una correlación positiva y cuantitativa entre los microplásticos y los mejillones además es fundamental mencionar que se determinó que existe otro factor que se involucra en el estudio, y son las aguas cercanas, finalmente se concluye que los bivalvos tiene un alta probabilidad de ingerir microplásticos de tamaño aún más pequeños de los encontrados.

BAPTISTA J. et al.(2019) En un estudio titulado “Microplastics and attached microorganisms in sediments of the Vitória bay estuarine system in SE Brazil”, tiene como objetivo investigar la concentración de microplásticos en el sedimento bentónico del sistema de estuarios de la Bahía de Vitória (SVB), SE Brasil, el tipo de investigación es experimental. Se obtuvieron como resultado que los sedimentos del fondo de la Bahía de Vitoria tuvieron concentraciones de microplásticos que oscilaron entre 0 y 38 partículas, se analizaron 247 muestras en total, otro punto fundamental que se menciona es que se tuvo un 77% que representan la presencia de fibras sintéticas, ahora respecto a las bacterias, estas son la de mayor presencia conjunto a microplásticos pero cabe recalcar que también se encontró presencia de filamentos y esporas fúngicas.

KHAN M. y PREZANT R.(2018) El estudio titulado “Microplastic abundances in a mussel bed and ingestion by the ribbed marsh mussel *Geukensia demissa*”, tiene como objetivo investigar la presencia de microplásticos en un lecho de *G. demissa* en Nueva Jersey, el tipo de estudio es experimental. Se obtuvieron como resultados que los microplásticos tuvieron oscilaciones entre 11,000 y 50,000 piezas / m<sup>2</sup>, se menciona que la presencia de microplásticos pequeños fueron el 79% del total, muy aparte del estudio se realizó un experimento en laboratorio con mejillones acanalados y

se obtuvo que estos los pueden consumir y bioacumular siendo un gran impacto negativo para la fauna marina .

RENZI, M. et al. (2018).El estudio titulado “Microplastic contents from maricultured and natural mussels” tiene el objetivo de evaluar la presencia de microplásticos en productos marinos y naturales ,el tipo de investigación es experimental, se realizó el análisis de microplásticos en mejillones(*Mytilus galloprovincialis*) ,específicamente en mejillones cocidos con los no cocidos (crudos).Se obtuvieron resultados donde no hubieron muchas diferencias entre el análisis de los productos maricultivos y naturales ,ya que se obtuvo que los microplásticos presentes son filamentos y tenían una oscilación de 750–6000  $\mu\text{m}$  ,además también se determinó que los mejillones cocidos presentan niveles bajos de microplásticos en comparación a los mejillones crudos ,específicamente(-14%).

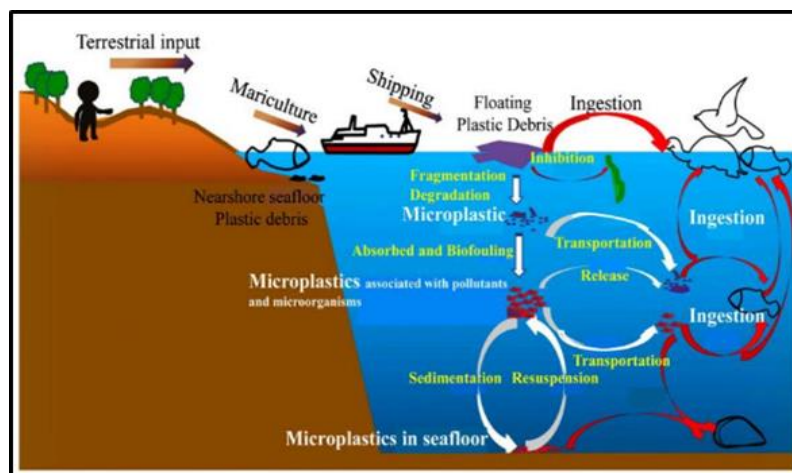
### 1.3. Teorías relacionadas al tema

- **Residuos sólidos**

Se define residuos sólidos a las sustancias , productos o subproductos que se encuentren en estado sólido o semisólido de lo que su productor dispone o está inevitablemente a disponer según la norma establecida a nivel nacional y de acuerdo a los posibles impactos que pueda causar a la salud y al ambiente, en otras palabras los residuos sólidos engloba a todas las sustancias o productos que ya no son necesarios pero que en algunas ocasiones estas pueden ser válidas y aprovechadas por terceras personas dependiendo de su reciclaje.(Salazar ,2018)

- **Plástico**

Son considerados un gran grupo de materiales orgánicos los cuales están compuestos por diversos elementos como el hidrógeno, oxígeno y nitrógeno entre ellos el carbono es el más principal, el plástico es sólido en su estado final, pero en el proceso de su etapa manufactura es muy suave para ser moldeado por diversos sistemas mediante la aplicación de calor y/o presión (Cornish, 2019).

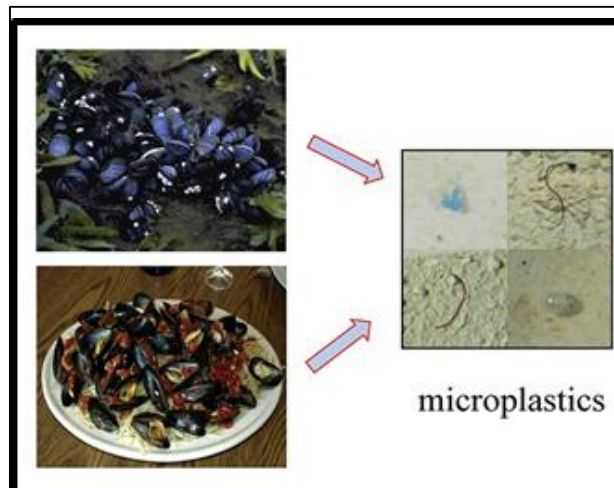


Fuente: DE-SHENG, P y MUHAMMAD. J, 2019.

**Figura 1: Distribución del plástico en el ecosistema marino**

- **Microplásticos**

Los microplásticos son definidos como partículas de polímeros orgánicos sintéticos que llegan a medir entre 100 nm hasta 5 mm, debido a la deterioro de las partículas de mayor tamaño que han sido despreciadas. Los microplásticos al ser desechadas al ambiente llegan a causar un gran impacto medioambiental afectando a la mayoría de los ecosistemas principalmente a los mares, ríos y océanos. (Donoso, 2018)



Fuente: LI, J. [et al.], 2018

**Figura 2:** Mejillones contaminados con microplásticos

- **Ley de los residuos sólidos**

La ley general de residuos sólidos N° 27314 se establece las obligaciones, los derechos y responsabilidades de la ciudadanía en su totalidad, para garantizar una gestión y manejo de los residuos sólidos con un enfoque sanitario y medioambientalmente adecuado (Polo ,2015)

- **Moluscos**

También llamados bivalvos son aquellos seres vivos que tiene como hogar exclusivamente al medio acuático, teniendo una forma corporal de simetría bilateral, comprimida lateralmente y una concha de dos valvas (bivalva), que por lo general es grande para definir al animal completa. Su respiración es por vías branquiales, por lo general se alimentan filtrando agua. Dichos



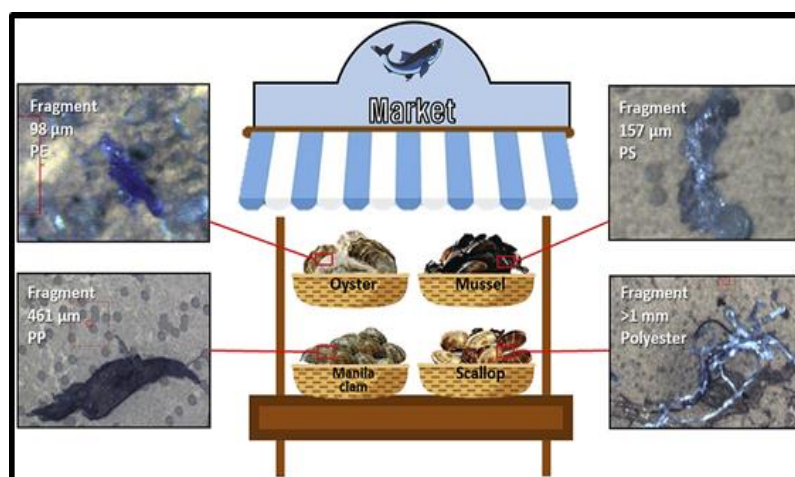
bivalvos son seres predominantes de sexos separados es estrafalarario ver moluscos hermafroditas (García, A. & Reguero, M., 2008).

- **Mejillones**

Los mejillones o también conocido por su nombre científico *mytilus galloprovincialis* son moluscos que se caracteriza por su conchas alargadas negras, azuladas o en tonos pardos oscuros, son considerados moluscos altamente provechosos por su diversidad de especies que alberga en el fondo del mar, así mismo se considera de gran potencial alimenticio (Larroque, 2016).

- **Bioacumulacion**

La bioacumulacion está definida como la cantidad total de un contaminante que es absorbido y retenido por los organismos , esto es debido a que su absorción deriva de distintas fuentes como el agua ,sólidos o el aire e incluye a los procesos de pérdida ; en otras palabras la bioacumulacion abarca a la proporción o número total que un contaminante esté en el organismo en relación a la concentración del mismo según las fuentes a que esté expuesto como el alimento del organismo o su propio medio.(Roldan ,2017)



Fuente: CHO, Y. [et al.], 2019

**Figura 3:** Bioacumulacion de microplásticos en moluscos

- **Polietileno Teraftalato (PET)**

El Polietileno Tereftalato, conocido comúnmente como PET, es una clase de plástico que se utiliza para fabricar envases, pero en el ámbito químico; este es un polímero que resulta de la reacción llamada policondensación y se da entre el ácido tereftálico y el etilenglicol, estos últimos pertenecientes al grupo sintético llamado poliésteres. Además en el registro actual de plásticos, el PET es considerado un polímero termoplástico lineal, con un alto nivel de cristalinidad y que puede ser elaborado mediante proceso como soplado, extrusión, termoconformado e inyección. (Quintero, 2016)

- **Policloruro de Vinilo(PVC)**

El policloruro de vinilo es un polímero sintético, que resulta de la polimerización del monómero cloruro de vinilo, específicamente del proceso llamado polimerización en cadena por apertura de dobles enlaces, tiene características como ser impermeable, ligero, aislante, de larga duración y resistente al fuego. (Dominguez, 2016)

- **Polipropileno**

El polipropileno es un polímero cristalino que resulta de la polimerización del propileno, se usa mayormente para productos empaquetados como equipos del laboratorio, alimentos, etc. Se caracteriza por su alta resistencia ante solventes químicos. (Shuan, 2018)

## **1.4. Formulación del problema**

### **1.4.1. Problema general**

- ¿De qué manera se genera la contaminación y bioacumulación por microplásticos en la población de mejillones de la Playa Donofrio, Ancón - 2019?

### **1.4.2. Problemas específicos:**

- ¿Cuáles son las características de los microplásticos presentes en la contaminación y bioacumulación en la población de mejillones en la Playa Donofrio, Ancón – 2019?.
- ¿Cuáles son los tipos de microplásticos presentes en la contaminación y bioacumulación en la población de mejillones en la Playa Donofrio, Ancón - 2019?.

## **1.5. Justificación del estudio**

El presente estudio posee una justificación teórica puesto que en nuestra sociedad peruana la generación de residuos sólidos se está elevando de manera crítica, esto quiere decir que cada año se eleva más de un millón de toneladas métricas, pero lo que más resalta de este problema es que la mayoría de residuos no están siendo tratados adecuadamente y están siendo depositados en su mayoría hacia el ambiente como océanos, ríos, lagos y mares. En la actualidad se presenta contaminación causada por los residuos sólidos en la mayoría de las playas peruanas, la cual ha generado un impacto ambiental que en algunas ocasiones es totalmente difícil ser percibido por el ojo humano y estos son los microplásticos, es por eso que se ha dado inicio a la actual investigación en este área, por lo que se logrará recolectar datos actuales sobre la presencia de microplásticos bioacumulados en la población de mejillones para así poder establecer una cadena consecuente de la contaminación por plástico y su efecto en el ambiente y seres vivos.

Se avala la justificación metodológica ya que se hará uso de instrumentos de medición por parte del Instituto del Mar del Perú el cual es validado y

confiable en su uso, puesto a que se desarrollará en las actividades en campo y laboratorio. El uso de instrumentos no válidos genera la desconfianza de resultados ya que no se sigue un modelo o un protocolo que pueda ser certero y relacionado en su totalidad en el contexto del tema o variables usadas.

La justificación socioeconómica no es ajena puesto a que los resultados obtenidos en el proyecto serán factibles hacer usados y generar proyectos para el mejoramiento social que embarca a la mejora de calidad de vida ya que la problemática principal es la generación incrementada de residuos sólidos entre ellos el plástico que desencadena una serie de procesos que afecta en un inicio a la vida marina y futuramente afecta a la salud de las personas las cuales se ven afectadas al consumir dichos crustáceos, es por ello que los instrumentos validados generarán un resultado confiable por el cual se podrá desarrollar proyectos futuros o proponer soluciones futuras.

La justificación ambiental se avala en que existen esfuerzos por parte de los gobiernos locales del país por detener el impacto de los desechos plásticos al ambiente, de la cual la mayoría de prácticas que se realizan son la “limpieza de playas”, y son las épocas de verano donde se ejecutan más debido a que hay mayor actividad antropogénica.

De ahí que la investigación contribuya a generar conocimiento asociado a la proliferación de plástico en el mar que se convierte en microplásticos y que genera como cadena de contaminación el tema de vida marina que esté a su vez genera impactos sociales en vista que la población consume este tipo de crustáceos, finalmente identificar el nivel de contaminación por microplásticos en sus principales fuentes como lo es el agua superficial marina y la arena para así generara advertencia de los niveles de contaminación que pueden traducirse a factores de causa y efecto, todo tipo de justificaciones

## **1.6. Hipótesis**

### **1.6.1. Hipótesis general**

- La contaminación por microplásticos, permitirá la bioacumulación en la población de mejillones

### **1.6.2. Hipótesis específicas**

- Las características de los microplásticos presentes en la contaminación y bioacumulación causan efectos en la población de mejillones.
- Los tipos de microplásticos presentes en la contaminación y bioacumulación en la población de mejillones proviene de las actividades económicas de la playa Donofrio.

## **1.7. Objetivo**

### **1.7.1. Objetivo General**

Determinar el nivel de contaminación y bioacumulación de microplásticos en la población de mejillones en la Playa Donofrio, Ancón– 2019

### **1.7.2. Objetivos Específicos**

- Determinar las características de los microplásticos presentes en la contaminación y bioacumulación en la población de mejillones en la Playa Donofrio, Ancón – 2019.
- Determinar los tipos de microplásticos presentes en la contaminación y bioacumulación en la población de mejillones en la Playa Donofrio, Ancón - 2019

## **II. MÉTODO**

## **2.1. Tipo y diseño de investigación**

### **2.1.1. Tipo de investigación**

El presente trabajo de investigación corresponde a un estudio de tipo aplicada, debido a que inicia del conocimiento básico y es de naturaleza cuantitativa ya que los datos obtenidos en campo se analizaron posteriormente para luego poder ser contrastados con las hipótesis planteadas y finalmente realizar las conclusiones del trabajo de investigación.

### **2.1.2. Diseño de investigación**

El presente trabajo de investigación es de diseño experimental, de tipo cuasi experimental. (Bernardo, Encimas y Menacho, 2015, p.112).

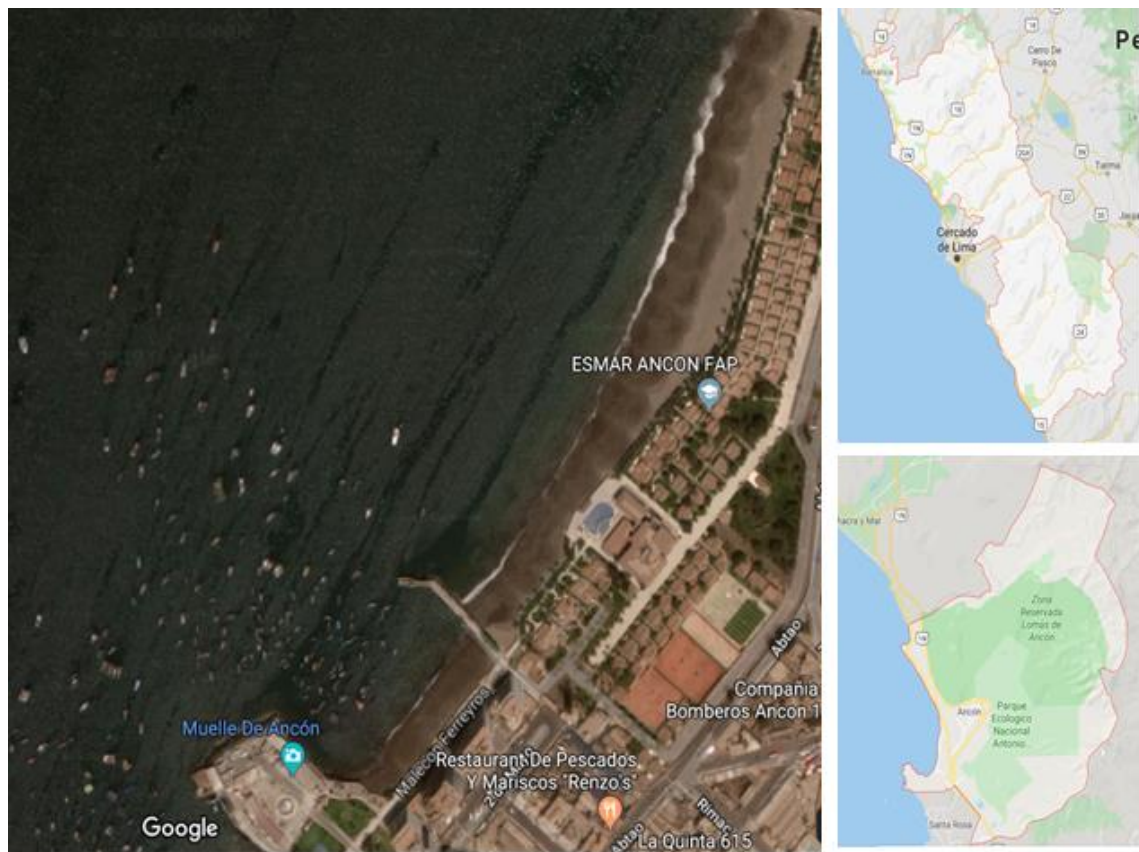
### **2.1.3. Nivel de investigación**

El presente trabajo de investigación tienen un nivel correlacional ya que esto se fundamenta: “cuando se busca determinar el grado de relación que pueden presentarse entre las variables” (Bernardo, Encimas y Menacho, 2015, p.118).

## 2.2. Población y muestra, selección de la unidad de análisis.

### 2.2.1. Población:

Estará constituida por la población de mejillones que se encuentren con mayor acumulación en las aguas marinas de la Playa Donofrio, Ancón. En el mapa se determinará los puntos de donde se recolectara los mejillones



FUENTE: Google Maps, 2019

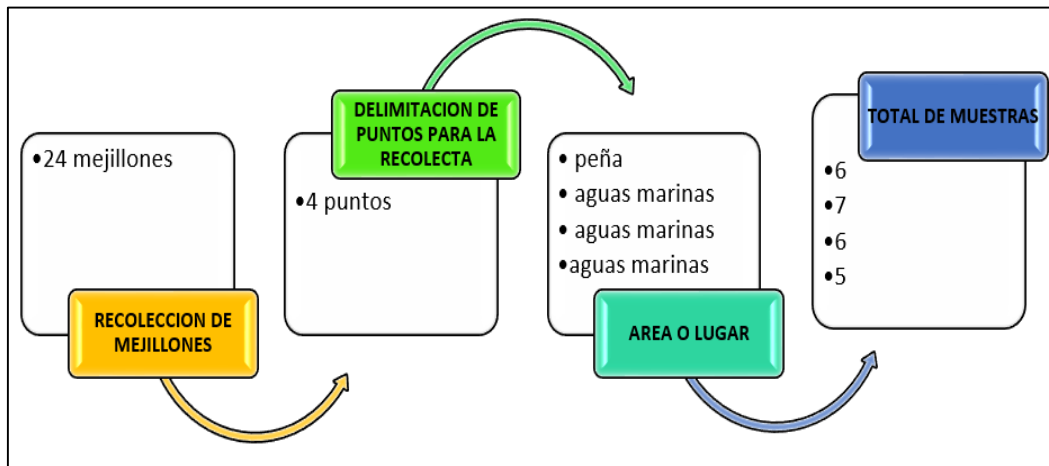
**Figura 4:** Mapa de Ubicación de la zona de estudio



### 2.2.2. Muestra:

La muestra estará constituida por un grupo de 24 mejillones recolectados al azar en 4 puntos distintos de la Playa Donofrio, donde se pueda observar su mayor aglomeración ya sea en peñas o las aguas marinas.

En la recolecta de mejillones en aguas marinas fue a una profundidad no mayor a 50 cm y en la recolecta de mejillones en la peña fue a una distancia no tan lejana de 4 cm de las aguas marinas



Fuente: Elaboración Propia

Figura 5: Proceso de toma de Muestra

### 2.2.3. Muestreo:

Se realizará un muestreo al azar donde se observe la mayor acumulación de mejillones, del cual se procederá a extraer con los materiales adecuados.



Fuente: Elaboración Propia

**Figura 6: Proceso De Recolección de Mejillones**

### 2.2.4. Selección de unidad de análisis

En la presente investigación la unidad de análisis están referidas a los microplásticos

## **2.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

### **2.3.1. Técnica**

La investigación maneja una técnica observacional, ya que establece una relación básica entre lo observado y el observador, es decir que va en la línea de almacenar todos los datos para poder formular o validar las hipótesis planteadas como es el caso. La observación es también el proceso riguroso con el cual no se permitiría describir situaciones y contrastar las hipótesis. (Colmenarejo, etc. al, 2010, 4p.)

### **2.3.2. Instrumento**

El instrumento a utilizarse en el desarrollo de la investigación se llevará a cabo en diferentes etapas tanto en campo como en el laboratorio:

Para los registro de datos en campo se hizo uso del *formato de toma de datos en campo para muestreo de microplásticos en mejillones marinos* (Anexo 2), en el cual se registran datos referidos al mejillón como hora de recolecta, cantidad, peso, parámetros sin situ (color, tamaño y temperatura) y área de recolecta.

Los instrumentos elaborados para el análisis en laboratorio se llevó a cabo en tres etapas que fueron divididas de acuerdo al proceso de identificación de microplásticos establecidas en el protocolo titulado *New techniques for the detection of microplastics in sediments and field collected organisms* (Anexo N°3), que fue tomado como guía para el presente estudio

El instrumento para el análisis en laboratorio se llevó a cabo del *formato de primera fase para deteriorar el organismos del mejillón y todo componentes diferentes a los microplásticos* (Anexo N°6), donde se tomaran datos importantes como tiempo, temperatura, cantidad de muestra y el ácido base necesario para deteriorar el tejido blando.

Para la identificación de microplásticos se hizo uso del *formato de segunda fase para la identificación de microplásticos en el tejido blando de mejillones* (Anexo N°7) el cual registra datos como número de muestra, temperatura de ebullición del organismos deterioro por el ácido nítrico, cantidad y temperatura de agua destilada y el uso de quipo para el filtrado

El *formato de tercera fase para la identificación de características de microplásticos presentes en las muestras filtradas* (Anexo N°8) se hizo uso para registrar los datos como número de muestra / filtro, presencia de microplásticos, tiempo de secado del papel filtro en la mufla, e identificación de características como (color, tamaño, forma)

### **2.3.3. Validación y confiabilidad de instrumentos**

#### **2.3.3.1. Validación**

La validación de los instrumentos será mediante la evaluación y valoración de expertos, ya que presentan una amplia capacidad de experiencia y conocimiento, los expertos evaluarán los indicadores y dimensiones, procediéndose a ser modificada según recomendaciones.

- **Expertos 1:**

Apellido y Nombre: Gonzales Alfaro, Elmer Benites

Grado académico:

Centro donde labora: Universidad Cesar Vallejo

CIP:

- **Experto 2:**

Apellido y Nombre: Cabrera Carranza, Carlos

Grado académico:

Centro donde labora: Universidad Cesar Vallejo

CIP: 46572

- **Experto 3:**

Apellido y Nombre: Ordoñez Gálvez, Juan Julio

Grado académico:

Centro donde labora: Universidad Cesar Vallejo

CIP: 89772

#### **2.3.3.2. Confiabilidad**

Los instrumentos utilizados para la recolección de datos, se basan en tablas experimentales, tanto para la toma de datos en campo, como para la recolección de datos en el laboratorio del procedimiento experimental.

## **2.4.Procedimiento**

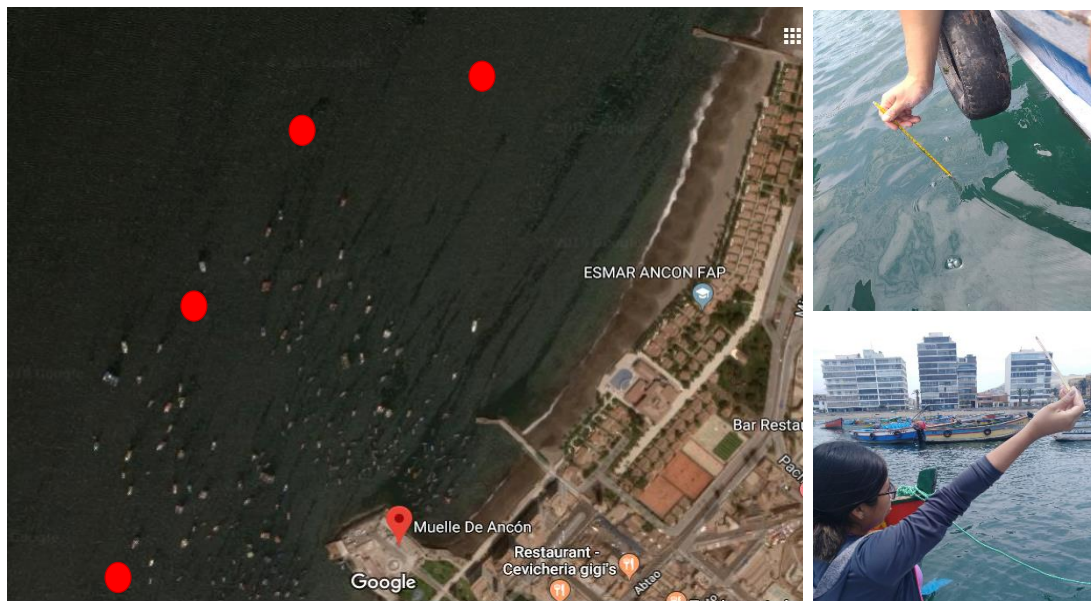
Para el procedimiento se hizo uso del protocolo titulado New techniques for the detection of microplastics in sediments and field collected organisms (Anexo N°3 ), realizado por Michiel Claessens [et al]

### **2.4.1. Recolección de Los Mejillones – Trabajo en Campo**

#### **Materiales**

- Cooler
- GPS
- Papel aluminio
- Colador
- Termómetro industrial
- Guantes
- Bolsas herméticas
- Hielo
- Instrumento de toma de datos
- Regla de 30 cm
- Balanza analítica

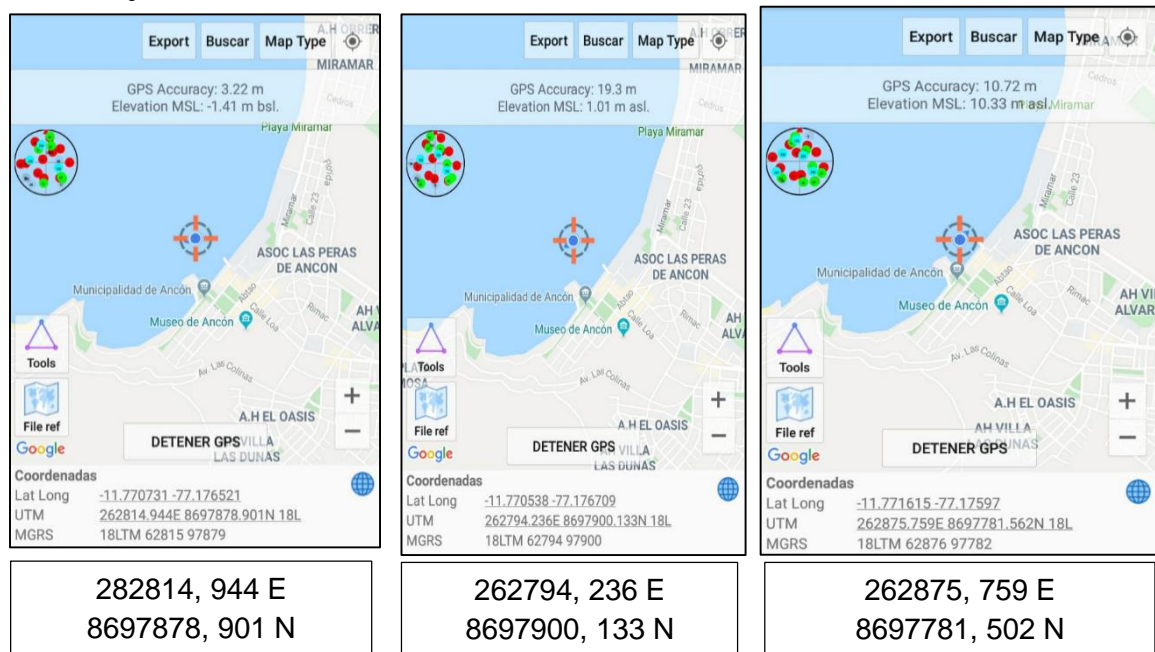
Ubicamos los 4 puntos en el área de la playa entre peñas y las aguas marinas.  
 Se tomó la temperatura usando un termómetro industrial en el área donde se iba recolectando los mejillones, ya sea peña o agua marina.



Fuente: elaboración propia

**Figura 7: determinación de puntos para la recolecta de mejillones y toma de temperatura en ambientes de recolecta de mejillones**

Se tomó las coordenadas con el GPS de los puntos donde se iba recolectando los mejillones.



Fuente: elaboración propia

**Figura 8: coordenadas de los puntos de recolecta de mejillones en la playa Donofrio, Ancón**

Se recolectaron los mejillones con ayuda de un colador y guantes para evitar su posible contaminación, se procedió a guardar los mejillones recolectados en bolsas herméticas rotuladas dentro de un cooler forrado con papel aluminio y con abundante hielo para su conservación hasta el análisis en laboratorio



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 9: conservación de mejillones recolectados en la Playa Donofrio, Ancón**



Durante la recolección de mejillones se observó la presencia residuos en las aguas marinas como bolsas plásticas, cáscaras de plátano y cebollas, madera, botellas de bebidas y brochas de pintura, etc.



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 10: identificación de residuos sólidos presentes en la Playa Donofrio, Ancón**

Así mismo durante todo el desarrollo se hizo uso del instrumento de *formato de toma de datos en campo para muestreo de mejillones en aguas superficiales* (Anexo 1). En el laboratorio se procedió a pesar cada mejillón usando la balanza analítica, así mismo se procedió a medir el tamaño de los mejillones usando una regla

## 2.4.2. Identificación de microplásticos en la muestra – Trabajo en Laboratorio

### 2.4.2.1. Primera Fase - deteriorar el organismo del mejillón y todo componente diferentes a los microplásticos

#### Materiales

- ✓ 8 Placas Petri
- ✓ Campana extractora de gases
- ✓ 160 ml de ácido nítrico
- ✓ Pinza ultra fina
- ✓ 1 vaso de precipitado de 1 L
- ✓ Guantes
- ✓ Mascarilla
- ✓ Cámara fotográfica
- ✓ 1 probeta de 250 ml

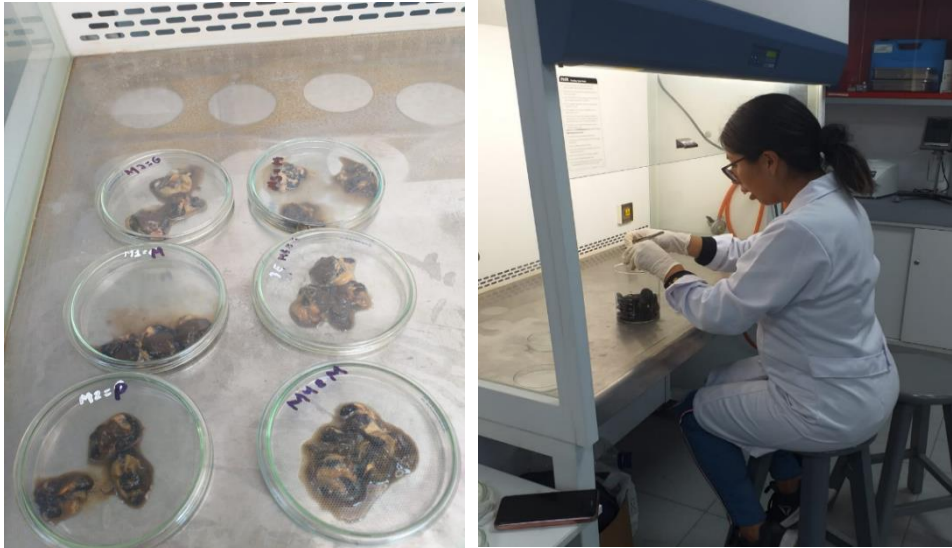
En un vaso de precipitado de 1L se vertió los 24 mejillones recolectados para ser lavados con abundante agua y retirar posibles residuos que se quedarán adheridos al mejillón, seguidamente se procedió a clasificarlos en grupo de 3 para conformar una totalidad de 8 muestras



Fuente: elaboración propia

**Figura 11: análisis de mejillones en laboratorio**

Se tomó una pinza ultra fina y usando guantes para la protección de la muestra se procedió a retirar cuidadosamente los tejidos blandos completos del mejillón en una placa Petri, dentro de la campana extractora de gases para evitar la contaminación de la muestra



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 12: Agrupación de mejillones en grupos de tres por muestra**

Para el siguiente paso se procedió a usar otros guantes y una mascarilla así mismo se siguió trabajando dentro de la campana extractora de gases. Tomamos una probeta de 250 ml se midió 20 ml de ácido nítrico para cada muestra, el cual fue vertido a los tejidos blandos (3) que se encuentran en la caja de Petri



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 13: Aplicación de ácido nítrico para deterioro de tejido blando del mejillón**

Una vez concluida la primera fase se procedió a tapar las cajas Petri así mismo fueron rotuladas con plumón indeleble y fueron dejados a reposo por un tiempo de 15 horas a temperatura ambiente



**Fuente:** Elaboración Propia

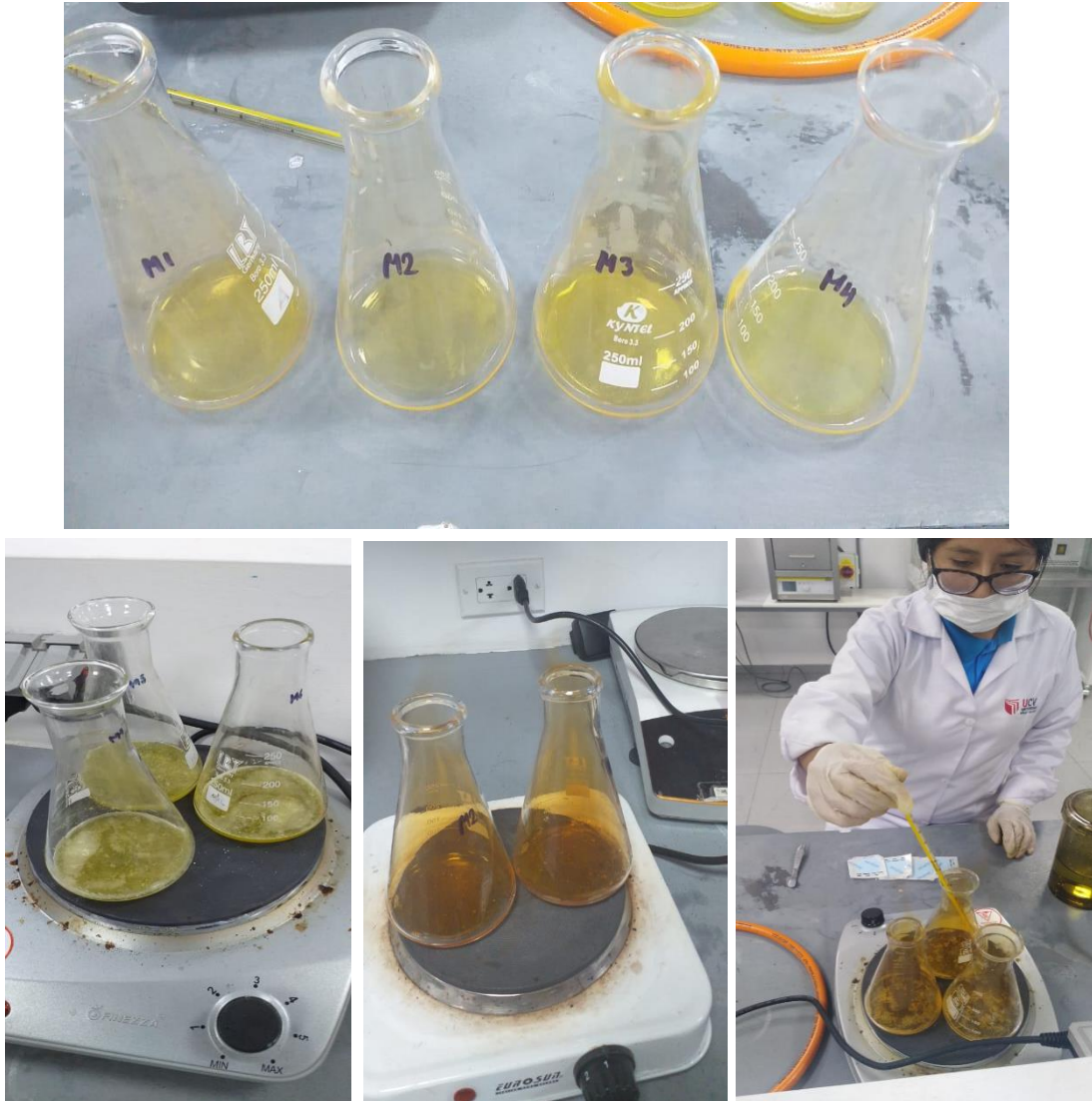
**Figura 14: Eficacia del deterioro de la materia orgánica por el ácido nítrico en 15 horas de reposo**

#### **2.4.2.2.SEGUNDA FASE - identificación de microplásticos en el tejido blando de mejillones**

##### **Materiales**

- ✓ 8 Matraz
- ✓ Estufa
- ✓ Termómetro industrial
- ✓ 1 vaso de precipitado de 1L
- ✓ Probeta de 250 ml
- ✓ 8 papel filtro de celulosa de 0.45 um
- ✓ Bomba al vacío
- ✓ 8 placas de Petri
- ✓ Mufla
- ✓ Vaso de precipitado de 100 ml

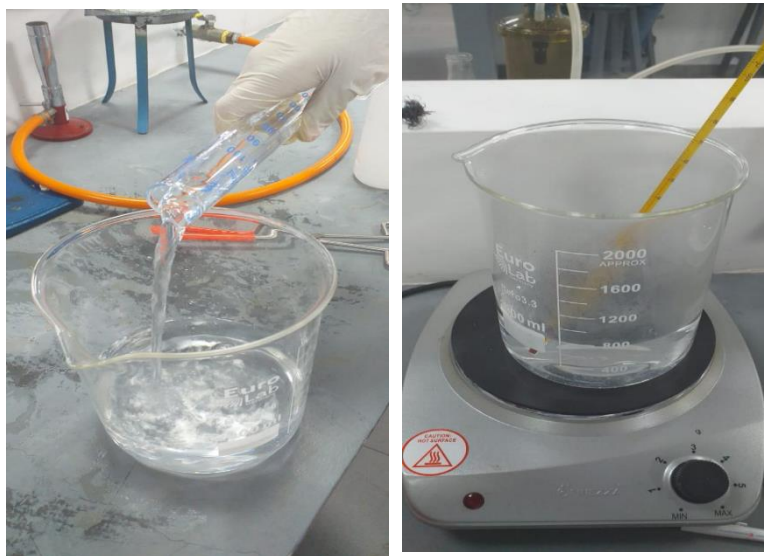
Cada muestra se depositó a un vaso de precipitado de 100 ml para luego ser vertido al matraz, seguidamente se enchufó la estufa y se puso a nivel 1 donde se procedió a calentar las muestras por 2 horas a una temperatura de 100 °C



Fuente: Elaboración propia

**Figura 15: ebullición de las muestras para obtener los microplásticos puros**

Tomamos el vaso de precipitado de un litro en el cual vertimos 1600 ml de agua destilada la cual fue distribuida en una cantidad de 200 ml de agua destilada por muestra, esta fue llevada a la estufa en nivel 1 a una temperatura de 80°C



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 16:** agua destilada a 80°C para homogenizar el filtrado

Vertimos 200 ml de agua destilada caliente a la muestra que se encuentra en el matraz y mezclamos para homogenizar, seguidamente colocamos el papel filtro de celulosa de 0.45  $\mu\text{m}$  en la bomba al vacío y procedemos a vertir la muestra, finalmente prendemos la bomba al vacío y se realiza el filtrado en menos de 30 segundos



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 17:** filtrado de las muestra en el equipo de la bomba al vacío

Finalmente en cada papel filtro se observó la presencia de microplásticos presentes en gran o menor proporción, cada muestra de papel filtro fue ubicada en una placa de Petri rotulada con el número de muestra y se llevó a la mufla para fijar la muestra a una temperatura de 40°C por 24 horas



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 18: fijación de microplásticos obtenidos en el filtrado**

### **2.4.2.3.TERCERA FASE - identificación de características de microplásticos presentes en las muestras filtradas**

#### **Materiales**

- ✓ Estereoscopio
- ✓ Portaobjetos
- ✓ Pinza ultra fina
- ✓ Instrumento de recolección de datos
- ✓ Espectrofotómetro IF

Nos aseguramos que el estereoscopio binocular esté en perfectas condiciones, seguidamente tomamos la muestra una pinza ultra fina y lo colocamos en un portaobjeto para llevarlo al estereoscopio y observar los microplásticos presentes que podamos encontrar, este proceso se realizó con mirada en un 10x / 0.25 y en alguno casos a un 40x



Tabla 1: identificación de microplásticos a través del estereoscopio

Nº DE MUESTRA	OBSERVACIÓN DE MICROPLASTICOS EN EL ESTEREOSCOPIO BINOCULAR	CARACTERÍSTICAS
1		<p><b>Mirada de estereoscopio:</b> 10 x/0.25</p> <p><b>Color:</b> negro, verde claro, verde oscuro y rojo</p> <p><b>Tamaño:</b> el microplástico más pequeño es de color verde claro y en su mayoría son medianos todos menores a los 5 milímetros</p> <p><b>Forma:</b> rectangular, alargadas y semi circulares</p>

2



**Mirada de estereoscopio:** 10 x /0.25 y 4x/0.1

**Color:** negro, rojo y verde claro

**Forma:** fibras alargadas y semi rectangular

**Tamaño:** los microplásticos largados son grandes uno más que el otro y los microplásticos verdes claros son de tamaño mediano y pequeño

3



**Mirada de estereoscopio:** 10x/0.25

**Color:** rojo, verde oscuro y negro

**Forma:** alargadas y círculos irregulares

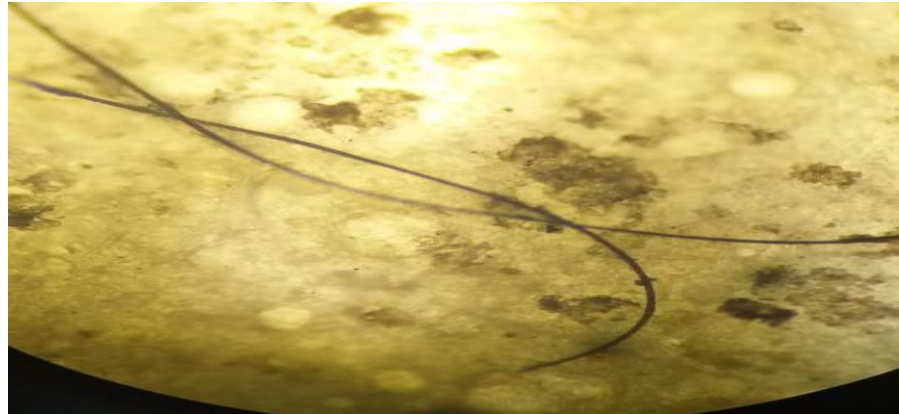
**Tamaño:** grandes

4

No se observa presencia de microplásticos

-----

5



**Mirada de estereoscopio:**40 x/0.65

**Color:** negro, rojo claro, rojo oscuro, azul y verde oscuro

**Forma:** alargadas entrecruzadas, alargada ondulada, semi circular puntiagudo, semi rectangular y alargada ovalada

**Tamaño:** 4 grandes y 3pequeño



**6**




**Mirada de estereoscopio:**4x/0.1 y 10x/0.25

**Color:** verde y negro

**Forma:** semi redondo irregulares y alargada

**Tamaño:** mediano

<p>7</p>		<p><b>Mirada de estereoscopio:</b></p> <p><b>Color:</b> verde claro</p> <p><b>Forma:</b> rectangular irregular y alargado</p> <p><b>Tamaño:</b> grande y mediano</p>
<p>8</p>	<p>Muestra errada</p>	<p>.....</p>

FUENTE: Elaboración propia

## **2.5.Método de análisis de datos**

### **2.5.1. Análisis de los Filtros**

Las 6 papeles filtro con las muestras obtenidas de la zona de análisis, playa Donofrio, fueron posteriormente pesadas en una balanza analítica, incluyendo el pesado del papel filtro virgen, para luego realizar un cálculo de diferencias de peso y obtener los pesos de microplásticos por cada papel filtro obtenido con muestra. Luego estos datos de pesos fueron ingresados al programa Excel para analizarlo a través de un gráfico de barras y verificar cuál de las muestras obtuvo mayor o menor cantidad de microplástico.

### **2.5.2. Análisis en Estereoscopio**

Las 6 muestras que se obtuvieron de la zona de análisis, playa Donofrio, fueron analizadas en el microscopio para posteriormente determinar la presencia de materiales extraños, en este caso partículas de microplástico, se utilizó un microscopio binocular led, empleando 10 x /0.25 como lente objetivo y en caso necesario utilizando hasta una visión de 40 x

### **2.5.3. Análisis en Espectrofotometría**

Las 6 muestras recolectadas de la zona de estudio, playa Donofrio, luego de ser analizadas en el microscopio, se llevaron a analizar en la espectrofotometría FITR, específicamente en un espectrofotómetro IRAffinity-1 de Shimadzu, para que posteriormente a partir de los espectrogramas se pueda analizar y determinar por cada muestra según el espectro, que tipo de microplástico está presente en la población de mejillones.



## 2.6.Aspectos éticos

El investigador se somete a principios de ética que influye en el presente trabajo de investigación dentro del tiempo de duración.

En la investigación presente no se realizaron violaciones de las leyes, normas u otros documentos de política que estén sujetos al desarrollo de la investigación.

Es por ello que se tendrá en deber los criterios siguientes:

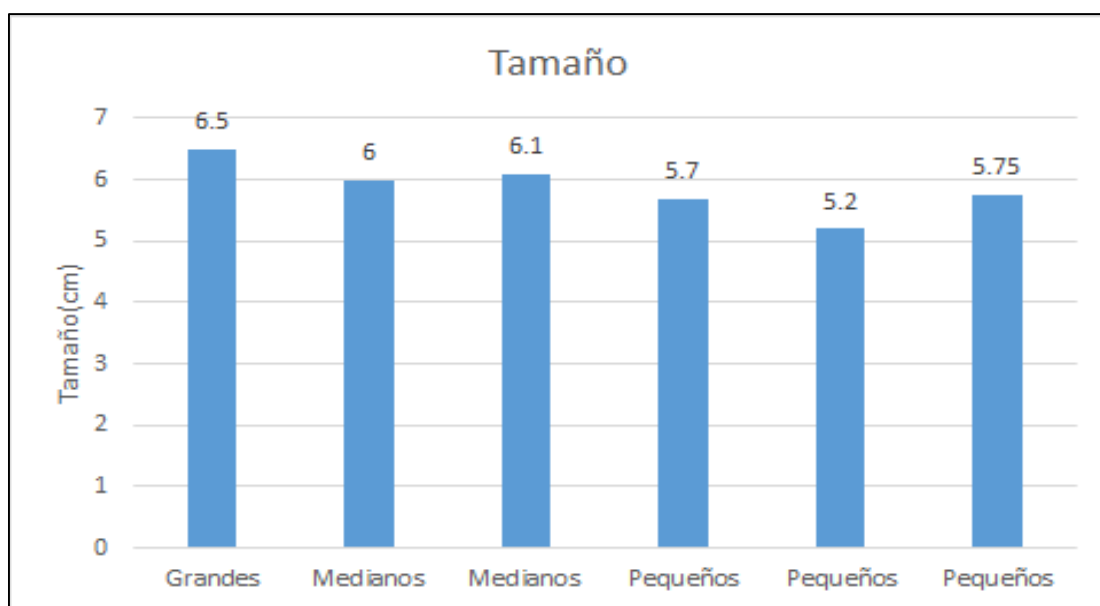
- Veracidad de resultados.
- Respeto a la privacidad.
- Responsabilidad social, política, jurídica y ética.
- Respeto a la propiedad intelectual.
- Respeto por las convicciones políticas, religiosas y morales.
- Respeto por el medio ambiente y la biodiversidad.
- Plagio, en lo cual la investigación no presente copia u otros términos que impida que sea una adecuada tesis

### **III. RESULTADOS**

**Tabla 2: tamaño en cm y peso en gramos de los mejillones recolectados en la muestra 1 (muestreo aleatorio)**

MUESTRA 1		
CARACTERÍSTICAS	TAMAÑO	PESO
GRANDES(1)	6.5 cm	17.94 g
MEDIANOS (2)	6 cm	7.69 g
	6.1 cm	5.91 g
PEQUEÑOS(3)	5.7 cm	8.71 g
	5.2 cm	8.70 g
	5.75 cm	11.40 g

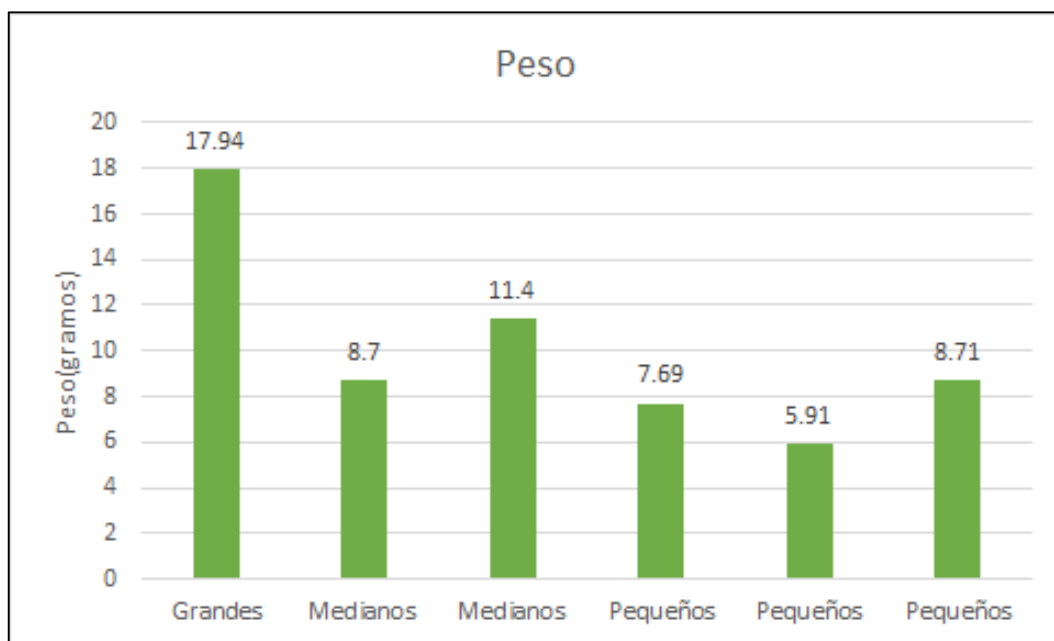
**Fuente:** Estudio sobre caracterización de microplásticos en la Playa Donofrio, Ancón, 2019



**Fuente:** Estudio sobre caracterización de microplásticos en la Playa Donofrio, Ancón, 2019

**Figura 19: Tamaño total de los mejillones recolectados en la muestra 1**

En la figura N° 8 se observa que el número de tamaño de los mejillones recolectados al azar en la M1 varían desde grandes hasta pequeños, siendo el más grande de 6.5 cm y el más pequeño de 5.2 cm.



**Fuente:** Estudio sobre caracterización de microplásticos en la Playa Donofrio, Ancón, 2019

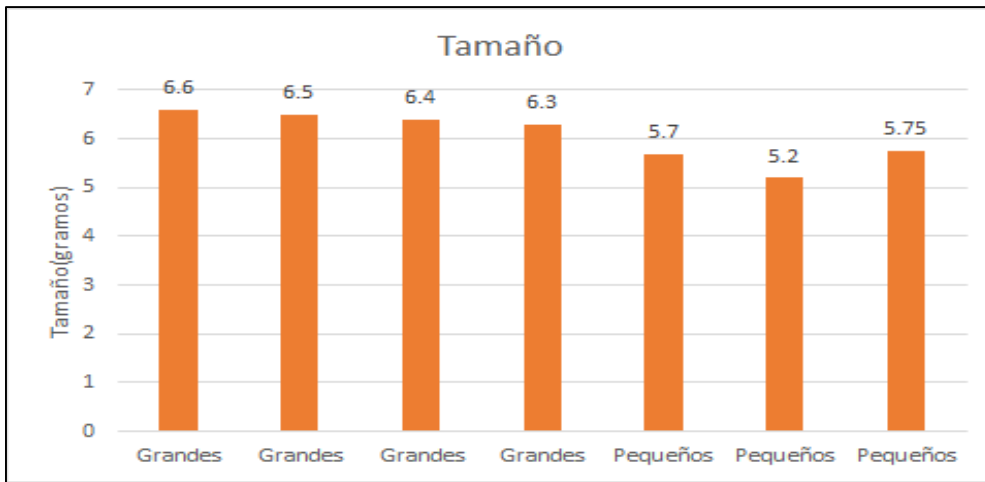
**Figura 20: Peso total de los mejillones recolectados en la muestra 1**

Con respecto a los pesos; existe un peso de 17.94 g siendo este el de mayor peso que corresponde al de tamaño superior a los demás mejillones y un peso de 5.91 g al de menor peso correspondiente al mejillón más pequeño.

**Tabla 3: Tamaño en cm y peso total en gramos de los mejillones obtenidos en la muestra 2 (muestreo al azar)**

MUESTRA Nº 2		
CARACTERÍSTICA/CANTIDAD	TAMAÑO	PESO
GRANDES(4)	6.6 cm·	9.36 g
	6.5 cm	9.26 g
	6.4 cm	8.19 g
	6.3 cm	8.84 g
PEQUEÑOS(3)	5.7 cm	9.58 g
	5.2 cm	8.61 g
	5.75 cm	6.86 g

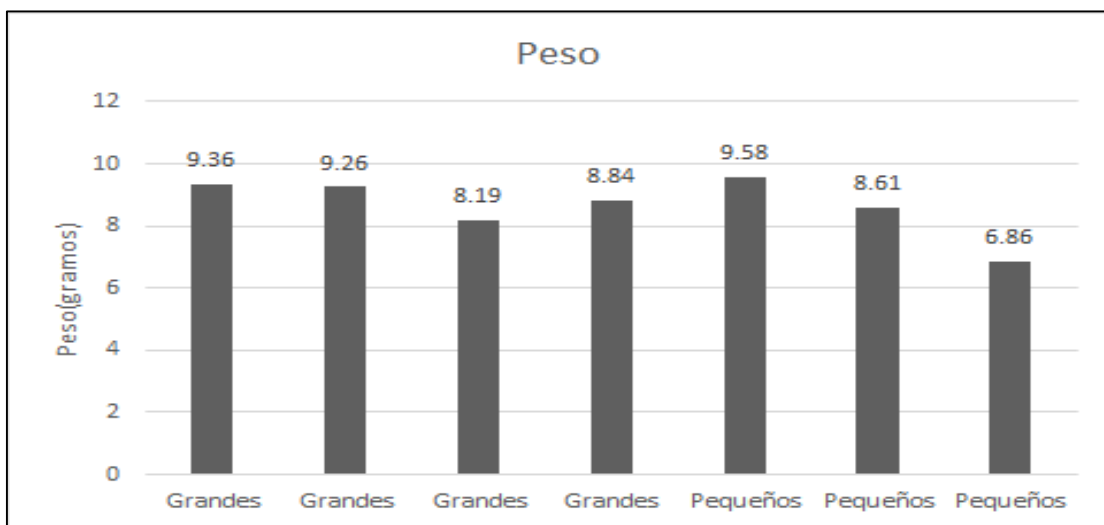
**Fuente:** Estudio sobre caracterización de microplásticos en la Playa Donofrio, Ancón, 2019



**Fuente:** Estudio sobre caracterización de microplásticos en la Playa Donofrio, Ancón, 2019

**Figura 21: Tamaño total de los mejillones recolectados en la muestra 2**

En la figura N° 10 se observa que el tamaño de los mejillones recolectados aleatoriamente en la muestra 2 solo hay grandes y pequeños mas no medianos, no tienen un tamaño en común, siendo el más grande de 6.6 cm y el más pequeño de 5.2 cm.



**Fuente:** Estudio sobre caracterización de microplásticos en la Playa Donofrio, Ancón, 2019

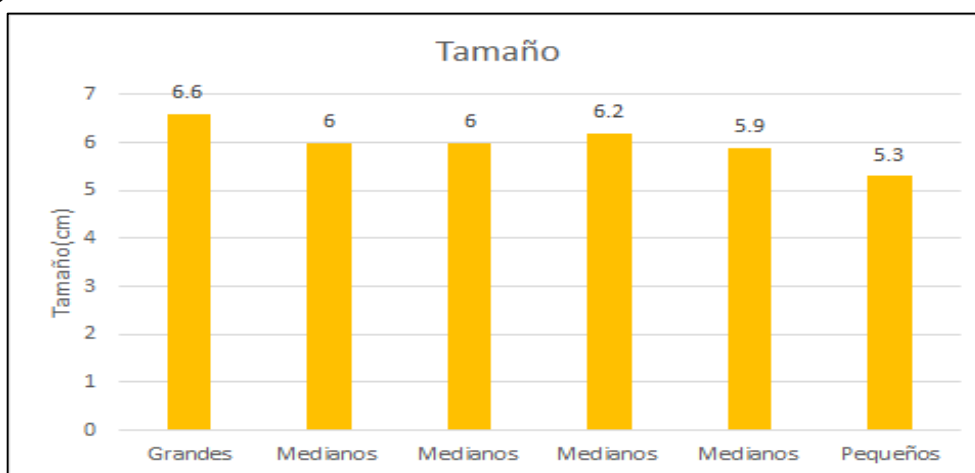
**Figura 22: Peso total de los mejillones recolectados en la M2**

Con respecto a los pesos; existe un peso de 9.58 g, siendo el mejillón de mayor peso correspondiente al de tamaño inferior y un peso de 6.86 g al de menor peso correspondiente al mejillón de la misma dimensión.

**Tabla 4: tamaño en cm y peso total en gramos de los mejillones obtenidos en la M3  
-(muestreo al azar)**

MUESTRA N° 3		
CARACTERÍSTICA/CANTIDAD	TAMAÑO	PESO
GRANDES(1)	6.6 cm	10.75 g
MEDIANOS (4)	6 cm	11.72 g
	6 cm	9.68 g
	6.2 cm	8.25 g
	5.9 cm	6.08 g
PEQUEÑOS(1)	5.3 cm	10.42 g

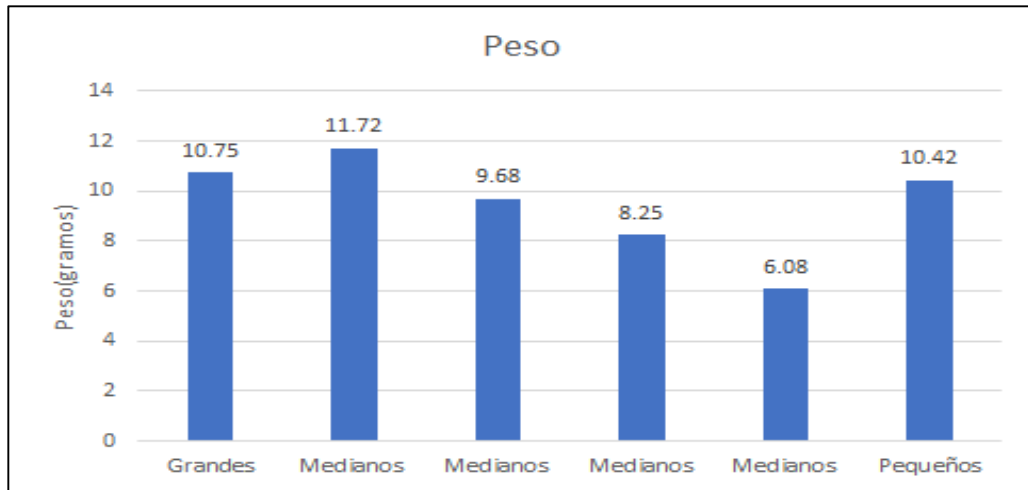
**Fuente:** Estudio sobre caracterización de microplásticos en la Playa Donofrio, Ancón, 2019



**Fuente:** Estudio sobre caracterización de microplásticos en el balneario Donofrio, Ancón, 2019

**Figura 23: Tamaño total de los mejillones recolectados en la muestra 3**

En la figura N° 12 se observa que el tamaño de los mejillones recolectados aleatoriamente en la muestra 3, hay grandes, medianos y pequeños, no tienen un tamaño en común, siendo el más grande de 6.6 cm y el más pequeño de 5.3 cm.



**Fuente:** Estudio sobre caracterización de microplásticos en la Playa Donofrio, Ancón, 2019

**Figura 24: Peso total de los mejillones recolectados en la muestra 2**

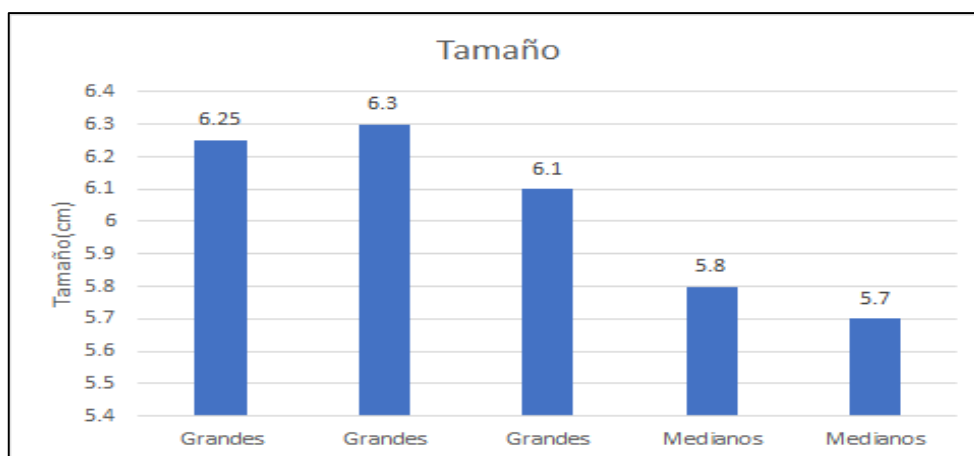
Con respecto a los pesos; existe un peso de 11.72 g, siendo el mejillón de mayor peso correspondiente al de tamaño mediano y un peso de 6.08 g al de menor peso correspondiente al mejillón de la misma dimensión.

**Tabla 5: tamaño en cm y peso total en gramos de los mejillones obtenidos en la muestra 4 (muestreo aleatorio)**

MUESTRA N° 4		
CARACTERÍSTICA/CANTIDAD	TAMAÑO	PESO
GRANDES(3)	6.25 cm	10.94 g
	6.3 cm	9.87 g
	6.1 cm	9.08 g
MEDIANOS (2)	5.8 cm	10.29 g

**Fuente:** Estudio sobre caracterización de microplásticos en la Playa Donofrio, Ancón, 2019

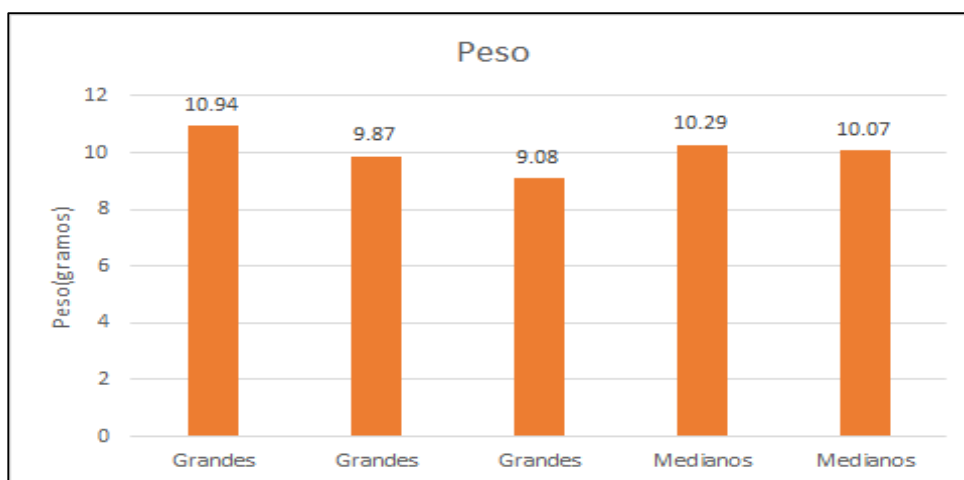




**Fuente:** Estudio sobre caracterización de microplásticos en la playa Donofrio, Ancón, 2019

**Figura 25: Tamaño total de los mejillones recolectados en la muestra 4**

En la figura N° 14 se observa que el tamaño de los mejillones recolectados aleatoriamente en la muestra 4, hay grandes y medianos, siendo el más grande de 6.3 cm y el más pequeño de 5.7 cm.



**Fuente:** Estudio sobre caracterización de microplásticos en el balneario Donofrio, Ancón, 2019

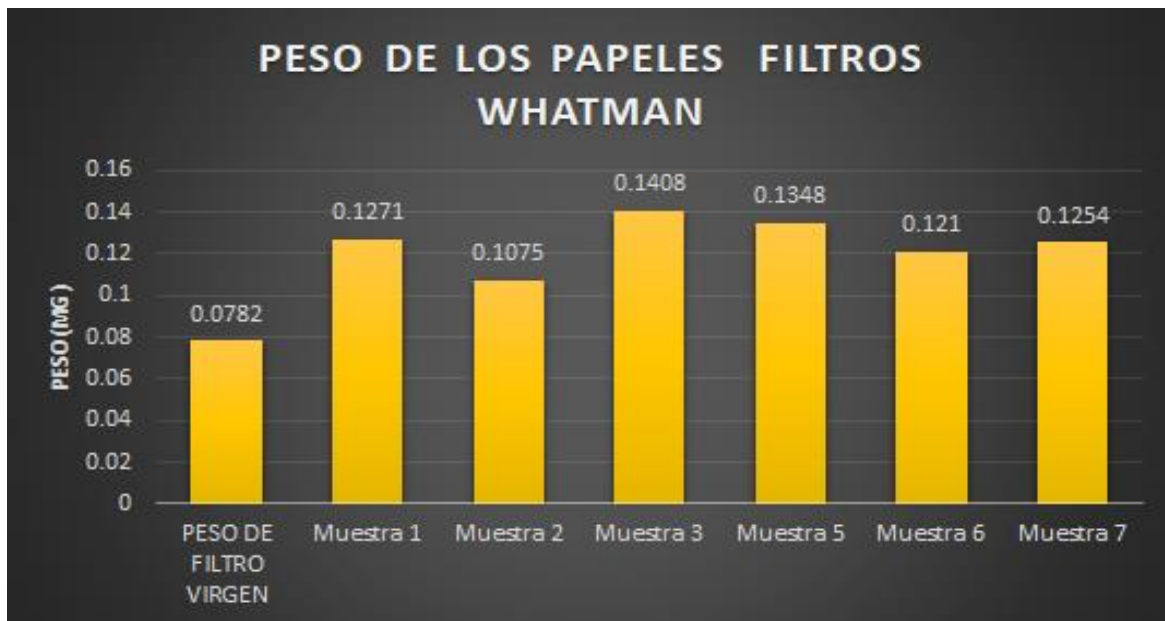
**Figura 26: Peso total de los mejillones recolectados en la muestra 4**

Con respecto a los pesos; existe un peso de 10.94 g, siendo el mejillón de mayor peso correspondiente al de tamaño superior y un peso de 9.08 g al de menor peso correspondiente al mejillón de la misma dimensión.

**Tabla 6: pesos totales en miligramos de los papeles filtros whatman**

<b>PESO DE FILTRO VIRGEN</b>	<b>0.0782 mg</b>
Muestra 1	0.1271 mg
Muestra 2	0.1075 mg
Muestra 3	0.1408 mg
Muestra 4	.....
Muestra 5	0.1348 mg
Muestra 6	0.1210 mg
Muestra 7	0.1254 mg
Muestra 8	.....

**Fuente:** Estudio sobre caracterización de microplásticos en la Playa Donofrio, Ancón, 2019



**Fuente:** Estudio sobre caracterización de microplásticos en el balneario Donofrio, Ancón, 2019

**Figura 27: Pesos totales en miligramos de los papeles filtros de celulosa con microplásticos**

En la figura N° 16 se observa que el peso de los papeles filtros con microplásticos, se observa que la muestra 3 tiene un peso mayor de 0.1408 mg y la muestra 2, tiene un peso de 0.1075 mg

**Tabla 7: Pesos totales en miligramos de los microplásticos obtenidos**

<b>PESO DE FILTRO VIRGEN</b>	<b>0.0782 mg</b>
Muestra 1	0.0489 mg
Muestra 2	0.0293 mg
Muestra 3	0.0626 mg
Muestra 4	.....
Muestra 5	0.0566 mg
Muestra 6	0.0428 mg
Muestra 7	0.0472 mg
Muestra 8	-----

**Fuente:** Estudio sobre caracterización de microplásticos en La Playa Donofrio, Ancón, 2019



**Fuente:** Estudio sobre caracterización de microplásticos en el balneario Donofrio, Ancón, 2019

**Figura 28: Pesos totales en miligramos de los microplásticos obtenidos**

En la figura N° 17 se observa que el peso de los microplásticos recolectados en 6 muestras, se observa que la muestra 3 tiene un peso mayor de 0.0626 mg y la muestra 2, tiene un peso de 0.0293 mg.

### Prueba de distribución normal de datos

Se realizó el cálculo de la distribución normal de datos mediante la Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, dando como resultado en la tabla N°8

**Tabla 8: Prueba de normalidad**

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Peso final microplástico	,237	8	,200*	,861	8	,123

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: SPSS

## **Prueba de hipótesis aplicada a los datos de pesos de microplásticos**

### a) Hipótesis

$H_0$  = los datos del peso inicial siguen una distribución normal

$H_1$  = los datos del peso inicial no siguen una distribución normal

### b) Región crítica

Si:  $p$  es menor o igual a 0.05; entonces se debe rechazar la hipótesis nula

### c) Resultado

$P = 0.123$  y el dato es mayor a 0.05

### d) Conclusión

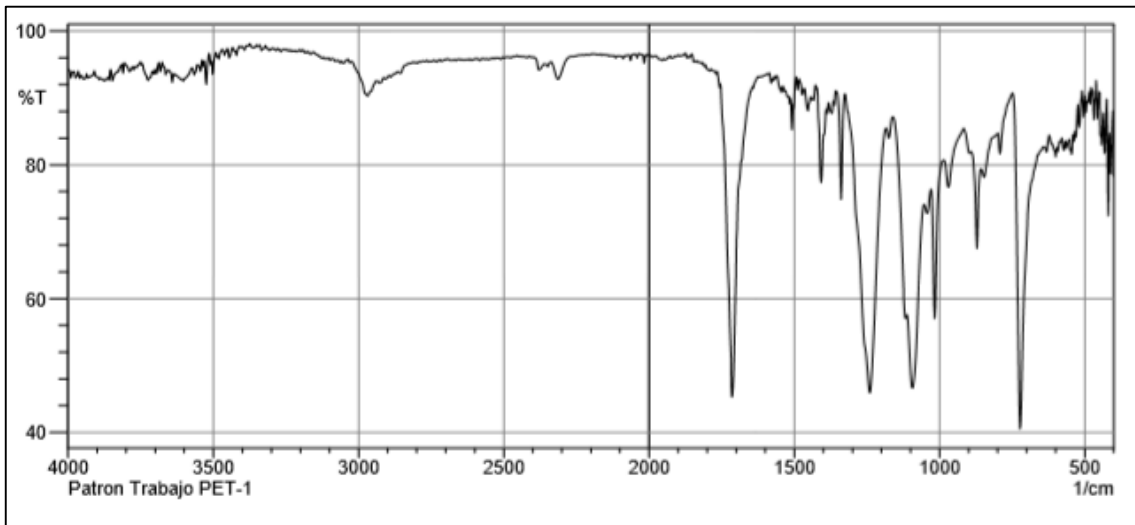
No se rechaza la hipótesis nula. Entonces los datos de los pesos de microplásticos siguen una distribución normal

**Tabla 9: Identificación del tipo de microplásticos**

N° DE MUESTRA	IDENTIFICACIÓN DEL TIPO DE POLÍMERO	MÉTODO
M1	Tereftalato de polietileno (PET)	Espectroscopia Infrarroja FTIR
M2	Polipropileno (PP)	
M3	Polipropileno (PP)	
M4	-----	
M5	polietileno de alta densidad (HDP)	
M6	polietileno de alta densidad (HDP)	
M7	polietileno de alta densidad (HDP)	
M8	-----	

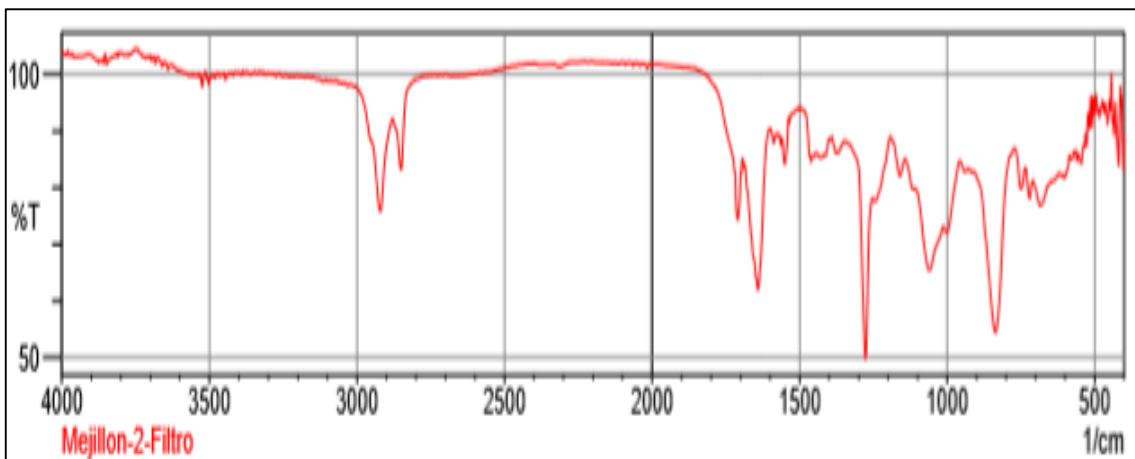
**Fuente:** elaboración propia

**Figura 29: Espectro infrarrojo de la muestra M1 – Plástico negro.**



En la figura N° 30 se observa que el espectro infrarrojo de la muestra 1 la cual define a un plástico de color negro que corresponde al compuesto de Tereftalato de polietileno (PET)

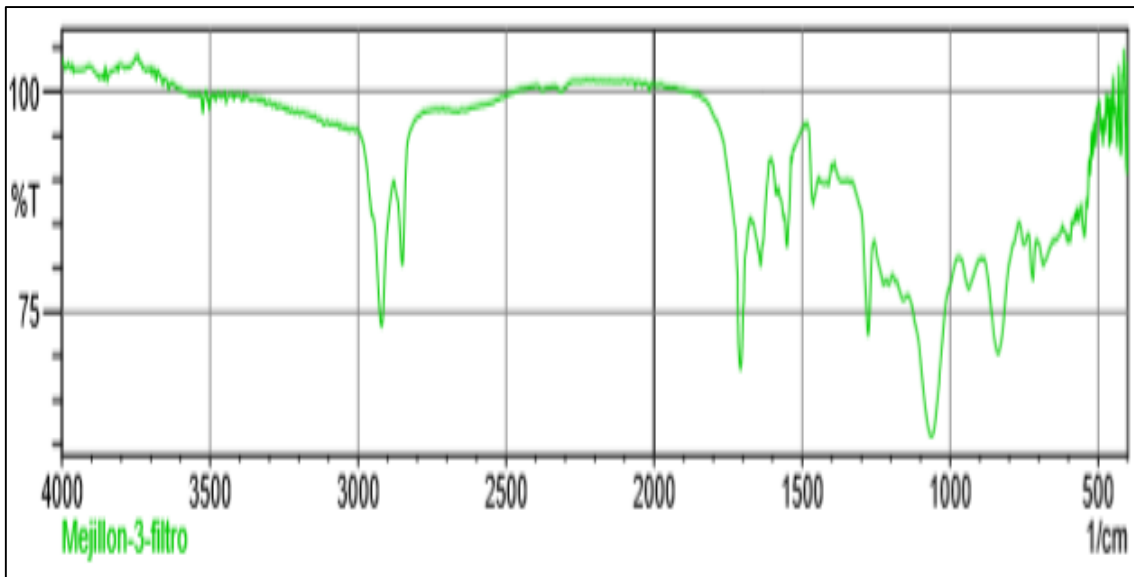
**Figura 30: Espectro infrarrojo de la muestra M2 – Plástico rojo**



En la figura N° 31 se observa que el espectro infrarrojo de la muestra 2 la cual responde a un plástico de color rojo que corresponde al compuesto del Polipropileno (PP)

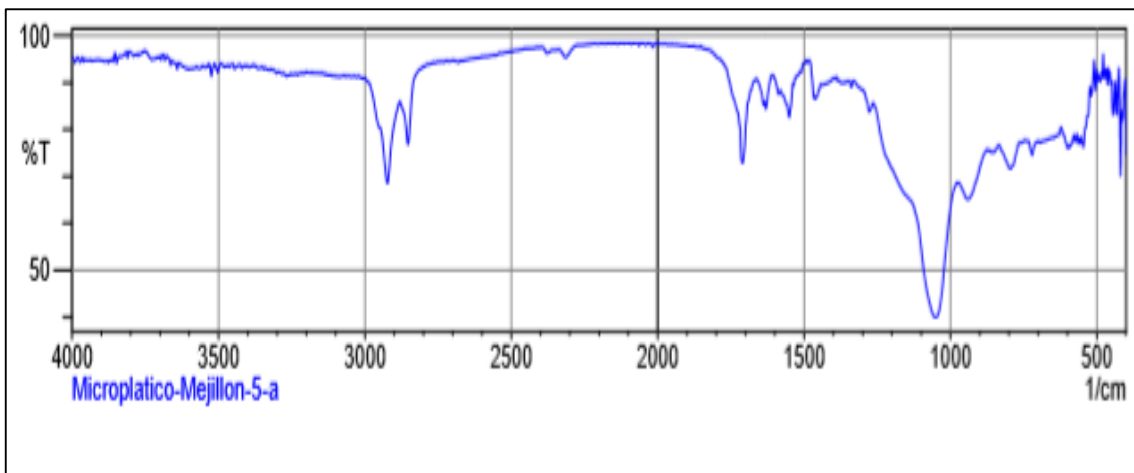


**Figura 31: Espectro infrarrojo de la muestra M3 – Plástico verde**



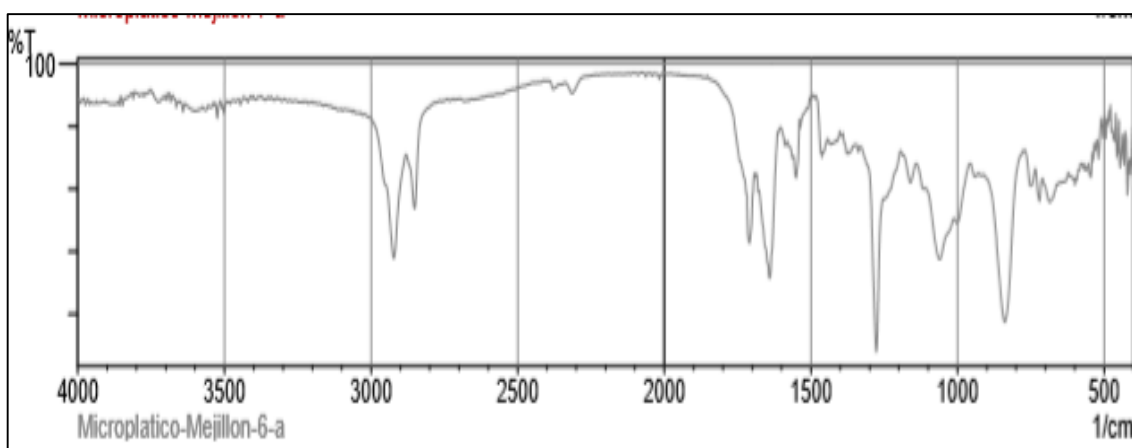
En la figura N° 32 se observa que el espectro infrarrojo de la muestra 3 la cual define a un plástico de color verde que corresponde al compuesto del polipropileno (PP)

**Figura 32: Espectro infrarrojo de la muestra M5 – Plástico azul**



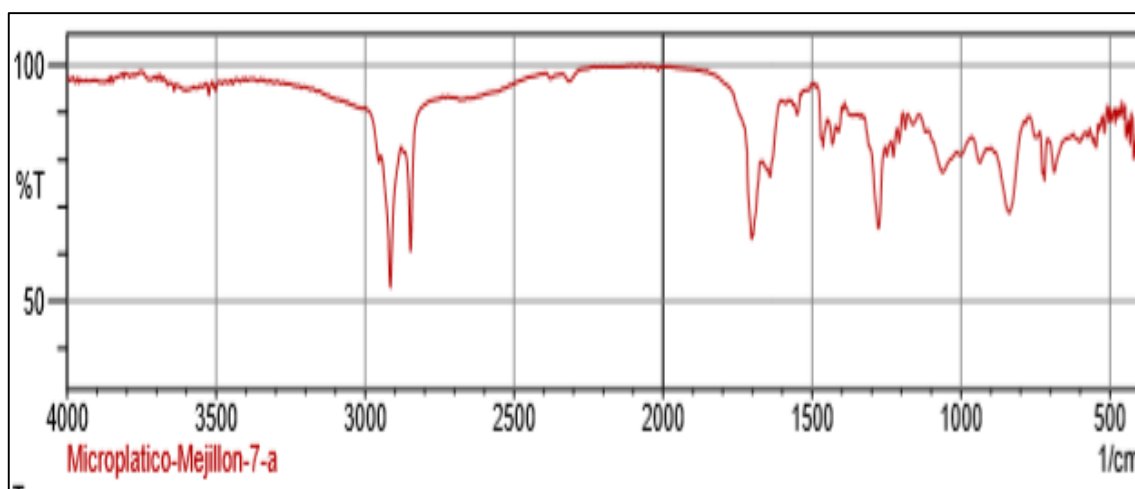
En la figura N° 33 se observa que el espectro infrarrojo de la muestra 5 que define a un plástico de color azul que corresponde al compuesto del polietileno de alta densidad (HDP)

**Figura 33: Espectro infrarrojo de la muestra M6 – Plástico gris**

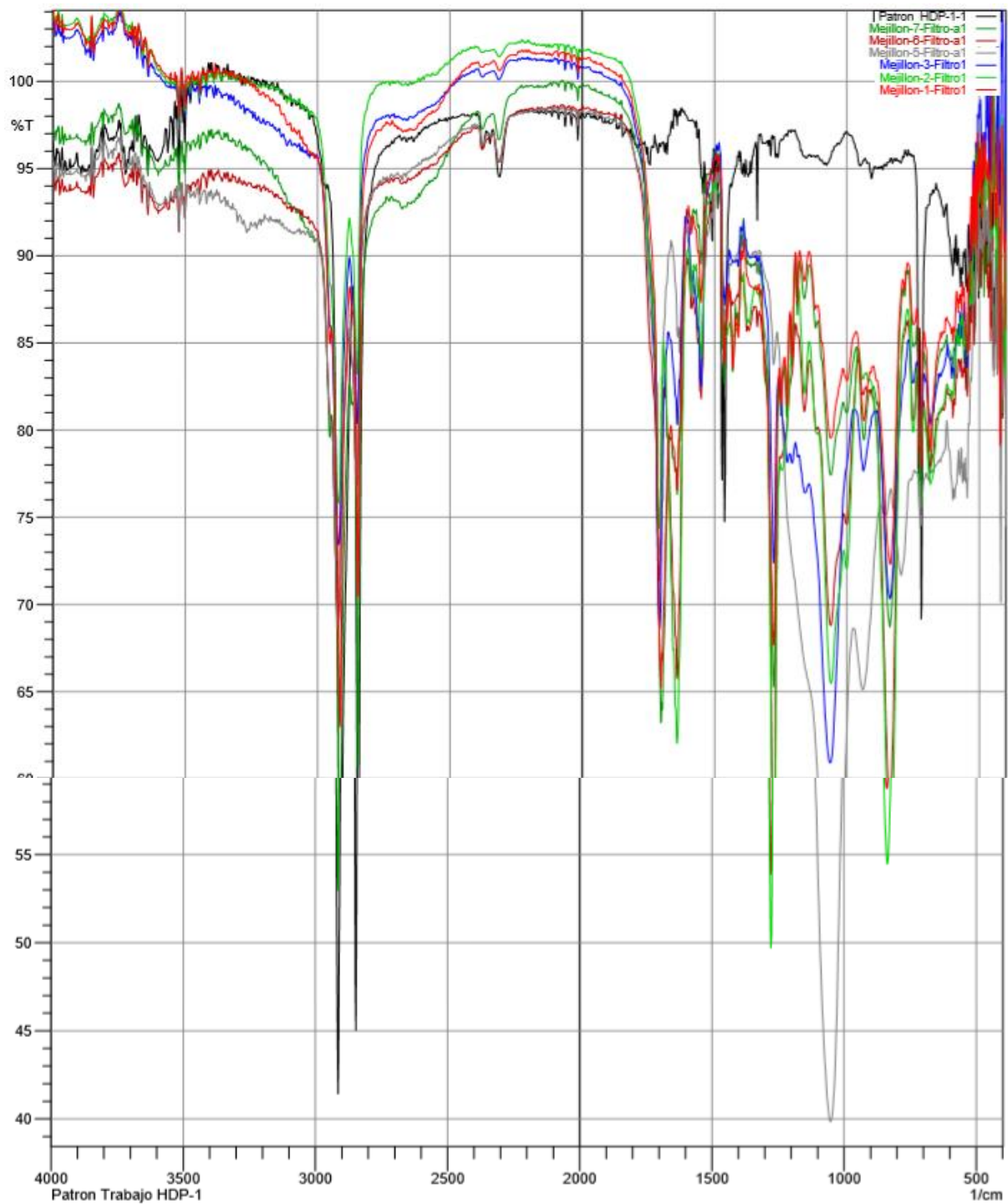


En la figura N° 34 se observa que el espectro infrarrojo de la muestra 6 la cual define un plástico de color gris que corresponde al compuesto de polietileno de alta densidad (HDP)

**Figura 34: Espectro infrarrojo de la muestra M7 – Plástico rojo**

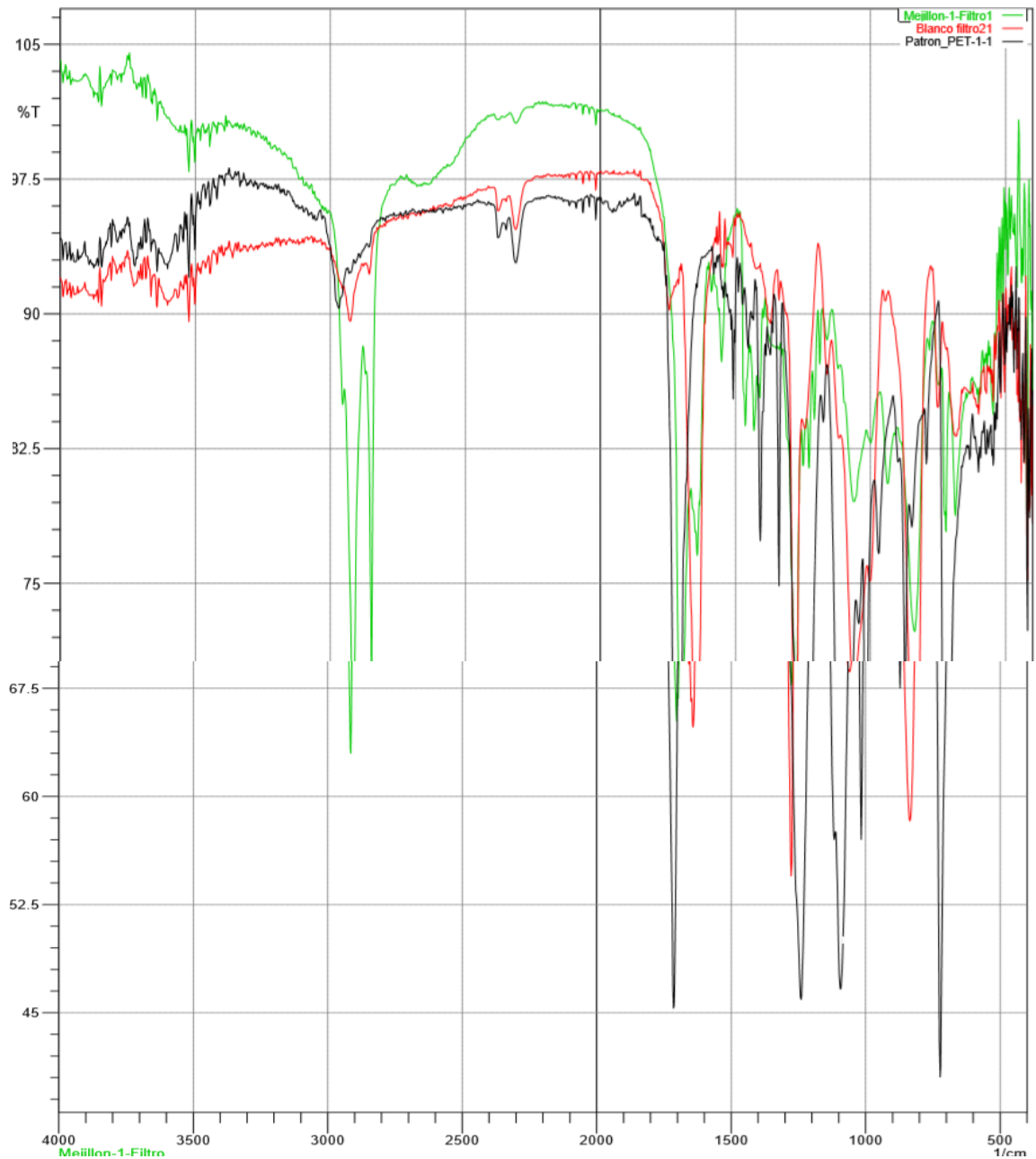


En la figura N° 35 se observa que el espectro infrarrojo de la muestra 7 que define un plástico de color rojo que corresponde al compuesto de polietileno de alta densidad (HDP)



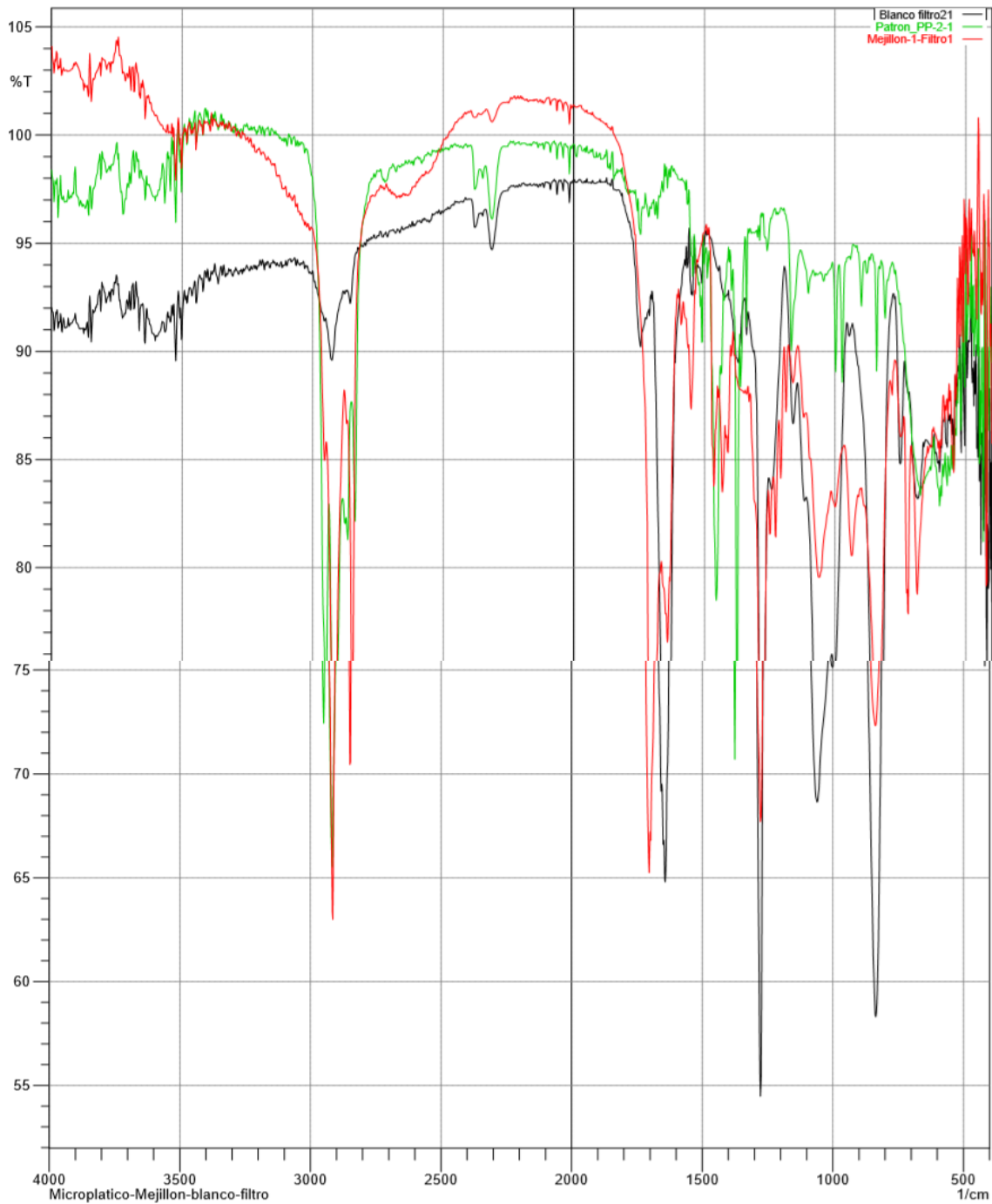
**Figura 35: comparación entre los Espectro infrarrojo de la M1 y M2 y el estándar de Tereftalato de polietileno (PET)**

En la figura N<sup>a</sup> 36 se observa el estándar de polietileno de alta densidad (HDP) y en ello se establece los espectros arrojados de los 6 muestras, demostrando de esta manera que los polímeros de las 6 muestras analizadas corresponden al polietileno de alta densidad (HDP)



**Figura 36: comparación entre los Espectro infrarrojo de todas las muestras y el estándar de polietileno de alta densidad (HDP)**

En la figura Nª 37 se observa el estándar de terfatalato de polietileno (PET) y en ello se establece los espectros arrojados de la M1 y M2, demostrando de esta manera que el polímero de las 2 muestras analizadas corresponden al terfatalato de polietileno (PET)



**Figura 37: comparación entre los Espectro infrarrojo de la M1 y M2 y el estándar de Polipropileno (PP)**

En la figura N<sup>o</sup> 38 se observa el estándar de Polipropileno (PP) y en ello se establece los espectros arrojados de la M1 y M2, demostrando de esta manera que el polímero de las 2 muestras analizadas corresponden al Polipropileno (PP)

#### **IV. DISCUSIÓN**

Los resultados obtenidos en la actual investigación están basados en la polución y bioacumulación por microplásticos en las poblaciones de mejillones; de la cual se obtuvo diferentes pesos por muestra analizada de diferentes puntos de muestreo; siendo estas: 0.0489 mg, 0.0293 mg, 0.0626 mg, 0.0566mg, 0.0428 mg, y 0.0472 mg; solo están consideradas 6 muestras, ya que existieron 2 muestras donde no se encontró presencia de microplástico. De los pesos mencionados se obtuvo un peso promedio de 0.0479 mg; este resultado está dentro del rango de concentración medio del estudio titulado *Abundance and characteristics of microplastics in market bivalves from South Korea* por Cho, Y. et al. (2019); donde ellos determinan según sus resultados que existe un intervalo desde 0.35 - 0.05 cantidad de microplástico por cantidad mejillón pero que existe un contraste dentro del intervalo propuesto por ellos, en la cual determinan que hay 1.71 – 0.23 cantidad de microplástico por cada mejillón (individual). En el trabajo de investigación se obtuvo como resultado 0.0139 mg por mejillón (individual), evidenciándose que este valor no ingresa al último rango mencionado, pero cabe recalcar que existe un factor que responde a la causa de que este último resultado no ingrese al intervalo, y es que el estudio citado fue realizado con mayores muestras de mejillón, ocasionando que sus resultados sean de valores mayores al nuestro.

Los resultados que se obtuvieron según el análisis por espectroscopia infrarroja FTIR infrarroja para determinar el tipo de polímero por cada muestra de microplástico (M1, M2, M3, M5, M6, M7) recolectadas del balneario Donofrio fueron M1- Tereftalato de polietileno (PET), M2 -Polipropileno (PP), M3-polipropileno, M5-polietileno de alta densidad (HDP), M6-polietileno de alta densidad (HDP) y M7 -polietileno de alta densidad (HDP), donde se evidencia que los polímeros polipropileno y polietileno de alta densidad (HDP) son los de mayor presencia. Estos resultados coinciden y se corroboran a partir del estudio titulado *Abundance and characteristics of microplastics in market bivalves from South Korea* por Cho, Y. et al. (2019), donde ellos encontraron a partir de sus muestras; polietileno (PE) y polipropileno (PP), determinando así la presencia de estos polímeros en sus muestras de mejillones. Pero existe un contraste con su conclusión, ya que

ellos determinan que la contaminación por microplástico tiene un alto grado en bivalvos comerciales, pero esto según nuestros resultados, se determina que la polución por microplástico está extendida y nace a partir de la contaminación del recurso hídrico por diversos factores pero que se relacionan con las actividades del ser humano.

Según los resultados que se obtuvieron, se determinó que existe la presencia de microplástico en la población de mejillones, y esto se identificó solo a partir de 18 muestras de mejillones evidenciándose que en una muestra de menor tamaño existe la presencia de este contaminante, contrastándose con el estudio titulado *Particle characteristics of microplastics contaminating the mussel Mytilus edulis and their surrounding environments* realizado por Scott, N. et al.(2019), donde ellos realizaron un muestreo de 269 mejillones para determinar la presencia de partículas plásticas y semi-sintéticas, se demuestra que la presencia de microplástico se puede evidenciar hasta en muestras de menor tamaño, ya que actualmente la existencia de este contaminante en los recursos hídricos está extendida y aumentando cada día por la polución realizada por el ser humano. También según nuestros resultados y evidencias podemos determinar que existe una relación de polución de mejillones por microplásticos con los sedimentos cercanos a las orillas, con el agua de mar y la actividad comercial que se realiza en el balneario Donofrio pero según el estudio mencionado, existe un contraste ya que ellos mencionan que existe una relación con los sedimentos pero que no hay relación con el agua de mar, la cual en este último no se puede apoyar su deducción, porque el agua de mar si es un factor en su mayoría de mayor influencia en polución por microplásticos. También existe coincidencia en que el estudio realizado por Scott N. et al (2019) determina que la identificación de polímeros va a ser variada según las zonas analizadas y esto lo corroboramos con nuestros resultados, ya que las muestras de microplásticos y su posterior identificación vario por muestra y por zona recolectada, no todas las muestras mantuvieron el mismo tipo de plástico.

De acuerdo a los resultados que se obtuvieron, existe una alta presencia de fibras plásticas en la muestra de mejillones recolectadas en el balneario



Donofrio según el análisis microscópico realizado, además se determina una relación positiva entre mejillones, microplásticos y el agua, los resultados de la actual investigación coinciden con los resultados del estudio titulado *Assessing the relationship between the abundance and properties of microplastics in water and in mussels* realizado por QU, X.et al.(2018) ,ellos mencionan según sus resultados que si existe una relación entre microplásticos y mejillones además que las fibras fueron los microplásticos de mayor presencia en sus muestras de mejillones y que el factor de mayor influencia en el estudio son las aguas aledañas.

## **V. CONCLUSIÓN**

- Se determinó que las muestras de mejillones recolectados de diversos puntos de la playa Donofrio, Ancón si tuvieron presencia de microplásticos en sus tejidos blandos.
- Las características de los microplásticos presentes en la población de mejillones en la playa Donofrio, Ancón son variados, de las 8 muestras analizadas solo en 6 muestras se obtuvo presencia de microplásticos teniendo un peso promedio de 0.0479 mg, en el caso del color, se presentaron colores desde azul, rojo, celeste, verde oscuro y negro, siendo este último el predominante. En el caso de forma, se presentaron formas puntiagudas, cuadradas irregulares, rectangulares irregulares y fibras alargadas todas ellas menores a 0.5 mm.
- Aplicando la espectrofotometría IRAffinity-1 de Shimadzu, se determinó que los tipos de polímeros presentes en la contaminación y bioacumulación en la población de mejillones en la Playa Donofrio, Ancón son Polietileno de alta densidad (HDP), Polipropileno (PP) y Tereftalato de polietileno (PET). Por muestra se concluye que se presenta en la M1-plástico negro- Tereftalato de polietileno (PET), M2-plástico rojo-Polipropileno (PP), M3-plástico verde-polipropileno, M5-plástico azul-polietileno de alta densidad (HDP), M6-plástico gris-polietileno de alta densidad (HDP) y M7-plástico rojo-polietileno de alta densidad (HDP).
- Los probables orígenes de los microplásticos en el balneario Donofrio serían 3, primero mencionemos la existencia de una lagunilla contaminada aledaña a la playa y que ha sido originada por la desembocadura del río Chillón. Luego la segunda causa de la contaminación de este balneario, es la existencia de 7 desagües ubicados en la parte superior del cerro aledaño a la playa, estos desagües cumplen el papel de disposición final de residuos de los pobladores de Ancon, pero el grave problema radica en el mal estado en que se encuentran la mayoría (rotos), permitiendo así la liberación de las aguas residuales hacia el mar. Y como tercera causa, está la contaminación por residuos sólidos por parte de los pobladores, trabajadores que realizan la actividad comercial de pesquería (muelle) y bañistas en el balneario Donofrio a pesar de la existencia de tachos de residuos colocados por parte de la municipalidad en jurisdicción

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda realizar un estudio posterior a los mejillones precocidos que son consumidos en su totalidad por la población, ya que probablemente podrían haber presencia de microplásticos en su interior.
- Se recomienda tomar una población mayor a los 100 mejillones ya que así se obtendrán resultados mucho más factibles para trabajarlo por consumo anual siendo este directamente proporcional a la extracción de microplásticos anual por los puertos pesqueros en el Perú.
- Se sugiere realizar una investigación sobre la presencia de microplásticos no comunes en las playas y afluentes del territorio peruano, en relación a su lugar de procedencia y proceso de formación.
- Se debe tener en consideración la humedad relativa del área de análisis, ya que después de aplicado el método de digestión y análisis de laboratorio, el papel filtro debe ser extraído de la bomba de filtrado al vacío y debe aislarse en la desecadora, para posteriormente pesarlo y no considerar la humedad así evitando posibles errores de cálculo. También se sugiere realizar el posterior análisis de los tamaños de microplásticos encontrados en la población de mejillones.
- Se debe usar mascarilla y guantes esterilizados para el contacto con el reactivo de digestión de tejido además de realizar todo este proceso en la campana de gases para evitar las emisiones del reactivo en cuestión.

## REFERENCIAS

- ABIDLI, Sami [et al.]. Microplastics in commercial molluscs from the lagoon of Bizerte (Northern Tunisia), 2019, [Fecha de consulta: 20 de Octubre del 2019].  
Disponible  
en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0025326X19302334>
- Advancement and Challenges of Microplastic Pollution in the Aquatic Environment: a Review por Yue Yu [et al]. Water, Air, & Soli Pollution [en línea]. Abril 2018, n° 5. [Fecha de consulta: 23 de setiembre de 2019].  
Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s11270-018-3788-z>
- BINTI, Raihana. Microplastic contamination in green mussel aquaculture at Straits of Johor. *Eprints.utm.my* [en línea]. 2019. [Fecha de acceso: 19 de Octubre de 2019].  
Disponible en: <http://eprints.utm.my/id/eprint/81438/1/RaihanaRozanMahaMSKA2019.pdf>
- BAPTISTA NETO, Jose [et al]. Microplastics and attached microorganisms in sediments of the Vitória bay estuarine system in SE Brazil. *Ocean & Coastal Management*, 2019, [Fecha de consulta: 04 de Noviembre del 2019]  
Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0964569118307324>
- CORNISH, Laura. El ABC de los Plásticos [en línea]. México: Universidad Iberoamericana, 2019 [fecha de consulta: 23 de setiembre de 2019].  
Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=QW8UyW9YO9QC&printsec=frontcover&dq=PL%C3%80STICOS&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiVusPPmezkAhWiv1kKHdZnBgAQ6AEIKDA#v=onepage&q=PL%C3%80STICOS&f=true>

- CANTOS, María. Estudio de la contaminación marina por plásticos y evaluación de contaminantes derivados de su tratamiento. Dialnet [en línea]. 2019. [Fecha de consulta: 1 de Octubre de 2019]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/dctes?codigo=221646>
- CHO, Youna. [et al.], Abundance and characteristics of microplastics in market bivalves from South Korea, 2019, [Fecha de consulta: 21 de Octubre del 2019].  
Disponible  
en:<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749118343872>
- CALDWELL, Jessica [et al.]. Assessing meso- and microplastic pollution in the Ligurian and Tyrrhenian Seas. *Marine Pollution Bulletin*,2019,[Fecha de consulta:04 de Noviembre del 2019]  
Disponible  
en:<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0025326X19307179>
- CASAS,Jorge. El poliester en la República Argentina.Tesis(Doctor en Ciencias Economicas).Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires,1968.Disponible en:  
[http://bibliotecadigital.econ.uba.ar/download/tesis/1501-0948\\_CasasJL.pdf](http://bibliotecadigital.econ.uba.ar/download/tesis/1501-0948_CasasJL.pdf)
- DOMINGUEZ, Cristóbal. Ingeniería Básica de una Planta de Producción de Policloruro de Vinilo (PVC) Granular. Tesis(Ingeniería Química).Sevilla:Universidad de Sevilla,2016.Disponible en:  
[https://idus.us.es/xmlui/bitstream/handle/11441/49638/TFG\\_BELTR%C3%81N\\_DOM%C3%8DNGUEZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://idus.us.es/xmlui/bitstream/handle/11441/49638/TFG_BELTR%C3%81N_DOM%C3%8DNGUEZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- DE-SHENG, Pei y MUHAMMAD Junaid. Marine Ecology: Current and Future Developments. China: Chinese Academy of Sciences, 2019,478 pp.  
ISBN: 9789811412691

- DONOSO, Jackeline. Cuantificación de la presencia de microplásticos en la cuenca alta del río Guayllabamba. Tesis (Ingeniería Ambiental en Prevención y Remediación). Ecuador: Universidad de las Américas, 2018. Disponible en: <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/9983/1/UDLA-EC-TIAM-2018-35.pdf>
- Food-type may jeopardize biomarker interpretation in mussels used in aquatic toxicological experimentation por Esther Blanco Rayon [et al]. PLoS ONE [en línea]. Agosto 2019, nº 8. [Fecha de consulta: 28 de setiembre de 2019]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0220661>
- FONNEGRA, Andia. Posible efecto de los microplásticos en nuestra salud. BIOGENIC SITE [en línea]. 2019. [Fecha de consulta: 1 de Octubre de 2019]. Disponible en: <https://www.biogeniccolombia.org/nuestros-artiacuteculos-de-temporada>
- GARCIA, Antonio y Reguero, Martha. Catalogo ilustrado de moluscos bivalvos del golfo de México y Mar Caribe. [En línea]. Mexico: Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, 2008. [fecha de consulta: 20 de setiembre de 2019].  
ISBN: 978-970-32-4219-1
- GREEN, Dannielle. [et al.]. Exposure to microplastics reduces attachment strength and alters the haemolymph proteome of blue mussels (*Mytilus edulis*), 2019, [Fecha de consulta: 21 de Octubre del 2019].  
Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749118338314>
- Informe del Banco Mundial: los desechos a nivel mundial crecerán un 70% para 2050; a menos que se adopten medida urgente. Banco Mundial. 20 de setiembre de 2018. [Fecha de consulta: 15 de setiembre de 2019].



Disponible en: <https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2018/09/20/global-waste-to-grow-by-70-percent-by-2050-unless-urgent-action-is-taken-world-bank-report>

- KHAN, Matthew y PREZANT, Robert. Microplastic abundances in a mussel bed and ingestion by the ribbed marsh mussel *Geukensia demissa*. *Marine Pollution Bulletin*, 2018, [Fecha de consulta: 04 de Noviembre del 2019]

Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025326X18301577>

- KEDZIERSKI, Mikael [et al] .Microplastics in Mediterranean Sea: A protocol to robustly assess contamination characteristics. *Plos-One*. 2. India: Amitava Mukherjee, 2019.

Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/331031779\\_Microplastics\\_in\\_Mediterranean\\_Sea\\_A\\_protocol\\_to\\_robustly\\_assess\\_contamination\\_characteristics](https://www.researchgate.net/publication/331031779_Microplastics_in_Mediterranean_Sea_A_protocol_to_robustly_assess_contamination_characteristics)

- LARROQUE, Luis. Depósitos de guano de mejillones. [En línea]. Chile, 2016. [Fecha de consulta: 20 de setiembre de 2019].

Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=Oic7AAAAcAAJ&pg=PA87&dq=mejillones&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiEws7AzezAhUGj1kKHdeaBqwQ6AEIKDA#v=onepage&q=mejillones&f=true>

- LI, Jiana [et al.]. Microplastics in mussels sampled from coastal waters and supermarkets in the United Kingdom, 2018, [Fecha de consulta: 21 de Octubre del 2019].

Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749118302197>

- Microplastics as Vehicles of Environmental PAHs to Marine Organisms: Combined Chemical and Physical Hazards to the Mediterranean Mussels, *Mytilus galloprovincialis* por Lucia Pittura [et al]. *Frontiers in Marine Science* [en línea]. Abril 2018, n° 8. [Fecha de consulta: 25 de setiembre de 2019].  
Disponible en: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmars.2018.00103/full>
- Microplastic-mediated transport of PCBs? A depuration study with *Daphnia magna* por Zandra Gerdes [et al]. *PLoS ONE* [en línea]. Febrero 2019, n° 2. [Fecha de consulta: 24 de setiembre de 2019].  
Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0205378>
- Mason, Sherri A. "Plastics, Plastics Everywhere: Studies in the Great Lakes and beyond highlight the ubiquity of microplastics in our rivers and drinking water." *American Scientist*, vol. 107, no. 5, 2019, p. 284. Gale Academic Onefile,  
Disponible en: <https://link.gale.com/apps/doc/A598425080/AONE?u=univcv&sid=AONE&xid=bee7d6fc>
- Ministerio de Salud del Perú. Aprueban el Reglamento de la Ley N° 27314, Ley General de Residuos Sólidos. [En línea]. Perú. 2004. [Fecha de consulta: 16 de setiembre de 2019].  
Disponible en: <https://sinia.minam.gob.pe/normas/ley-general-residuos-solidos>
- Ministerio del Ambiente. Cifras del mundo y el Perú. Menos Plástico Más Vida [en línea], 2017.  
Disponible en: <http://www.minam.gob.pe/menos-plastico-mas-vida/cifras-del-mundo-y-el-peru/>

- Naciones Unidas. Sistema globalmente armonizado de clasificación y etiquetado de productos químicos (SGA). [En línea]. New York y Ginebra, 2005. [Fecha de consulta: 20 de setiembre de 2019].  
ISBN: 92-1-316007-0
- ORTUÑO, Ramon. Eficacia fagocítica en hemocitos de mejillón: efectos del mercurio en presencia de microplásticos extracelulares. Riucv.ucv.es [en línea]. 2019. [Fecha de consulta: 1 de Octubre de 2019].  
Disponible en: [https://riucv.ucv.es/bitstream/handle/20.500.12466/40/TFG\\_Ram%C3%B3nOrtu%C3%B1oMontesinos.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://riucv.ucv.es/bitstream/handle/20.500.12466/40/TFG_Ram%C3%B3nOrtu%C3%B1oMontesinos.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. El estado mundial de la pesca y la acuicultura. [en línea]. Roma, 2018. [Fecha de consulta: 20 de setiembre de 2019].  
ISBN: 978-92-5-1-130688-8
- Optimization, performance, and application of a pyrolysis-GC/MS method for the identification of microplastics por Ludovic Hermabessiere [et al]. Analytical and Bioanalytical Chemistry [en línea]. Octubre 2018, n° 25. [Fecha de consulta: 23 de setiembre de 2019].  
Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s00216-018-1279-0>
- PURCA, Sara y HENESTROZA, Aida. Presencia de microplásticos en cuatro playas arenosas de Perú. Revista Peruana de Biología [en línea]. Enero-abril, 2017, n. ° 1. [Fecha de consulta: 15 de setiembre de 2019].  
Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1727-99332017000100012](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-99332017000100012)  
ISSN: 1727-9933
- POLO, Krissy. Propuesta de Manejo Integral de Residuos Sólidos de la Planta de Lubricantes MobilOil del Perú. Tesis (Ingeniería Ambiental). Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina, 2015.

Disponible en:  
<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/1896/T01.P6-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- QUINTERO, Laura. Diseño de una planta de reciclado de Tereftalato de polietileno (PET). Tesis (Ingeniería Química). Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 2016. Disponible en:  
<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/59710/QUINTERO%20-%20Dise%C3%B1o%20de%20una%20planta%20de%20reciclado%20de%20Tereftalato%20de%20polietileno%20%28PET%29%2C%20con%20una%20producc...pdf?sequence=1>
- QU, Xiaoyun [et al]. Assessing the relationship between the abundance and properties of microplastics in water and in mussels. *Science of The Total Environment*, 2018. [Fecha de consulta: 4 de noviembre del 2019]. Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969717333429>
- ROJO-NIETO, Elisa y MONTOTO, Tania. Basuras marinas, plásticos y microplásticos: orígenes, impactos y consecuencias de una amenaza global. Agua.org.mx [en línea]. 2017. [Fecha de acceso: 26 de septiembre de 2019]. Disponible en: <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2017/11/Basuras-marinas-pl%C3%A1sticos-y-micropl%C3%A1sticos-or%C3%ADgenes-impactos-y-consecuencias-de-una-amenaza-global.pdf>
- RENZI, Monia, GUERRANTI, Cristina y BLAŠKOVIĆ, Andrea. Microplastic contents from maricultured and natural mussels. *Marine Pollution Bulletin*. 32, Italia, 2018. Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025326X18302571>
- ROLDAN, Nefertiti. Bioacumulación y biomagnificación de elementos potencialmente tóxicos en el pulpo octopus hubbsorum del puerto minero de

Santa Rosalía, Golfo de California. Tesis (Maestría en ciencias en manejo de recursos marinos). La Paz: Instituto Politécnico Nacional: Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, 2017.

Disponible en:

<http://www.biblioteca.cicimar.ipn.mx/oasis/Medios/tesis/roldanwo1.pdf>

- SCOTT, Nicholas [et al]. Particle characteristics of microplastics contaminating the mussel *Mytilus edulis* and their surrounding environments. *Marine Pollution Bulletin*, 2019, [Fecha de consulta: 04 de Noviembre del 2019].

Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025326X19304096#!>

- SALAZAR, Nadeska. Manejo de residuos sólidos en las empresas alimentarias. Tesis (Ingeniería en Industrias Alimentarias). Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina, 2018.

Disponible en:

<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3586/salazar-de-la-rosa-nadeska-ilicha.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

- SHUAN, Fredy. Evaluación técnica y económica del sistema convencional (tuberías PVC) y el Sistema de Termofusión (Tuberías de Polipropileno) en instalaciones interiores de agua potable para edificaciones en la ciudad de Huaraz, Áncash -2016. Tesis (Ingeniero Sanitario). Ancash: Universidad Santiago Antúnez de Mayolo, 2018. Disponible en:

[http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/2767/T033\\_40862344\\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/2767/T033_40862344_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

## **ANEXOS**

### Anexo N° 1: Matriz de consistencia

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL
<p>¿De qué manera se genera la contaminación y bioacumulación por microplásticos en la población de mejillones de la Playa Donofrio, Ancón - 2019</p>	<p>Evaluar la presencia de microplásticos en la población de mejillones en la Playa Donofrio, Ancón-2019</p>	<p>La contaminación por microplásticos, permitirá la bioacumulación en la población de mejillones</p>
PROBLEMA ESPECÍFICO	OBJETIVO ESPECÍFICO	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cuáles son las características de los microplásticos presentes en la contaminación y bioacumulación en la población de mejillones en la Playa Donofrio, Ancón – 2019?</li> <li>• ¿Cuáles son los tipos de microplásticos presentes en la contaminación y bioacumulación en la población de mejillones en la Playa Donofrio, Ancón - 2019?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar las características de los microplásticos presentes en la contaminación y bioacumulación en la población de mejillones en la Playa Donofrio, Ancón – 2019.</li> <li>• Determinar los tipos de microplásticos presentes en la contaminación y bioacumulación en la población de mejillones en la Playa Donofrio, Ancón - 2019</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La cantidad de microplásticos bioacumulados en la población de mejillones en la Playa Donofrio es de 2 kg</li> <li>• Existen 6 tipos de microplásticos bioacumulados en la población de mejillones</li> </ul>

Anexo N° 2: Tabla de operacionalización

VARIABLE	DIMENSIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD Y/O ESCALA
Contaminación y bioacumulación por microplásticos	Los microplásticos son pequeñas partículas y fibras de plástico. No existen estándares establecidos para determinar el tamaño máximo de una partícula, pero se considera generalmente que el diámetro de la partícula es inferior a 5 milímetros. Esta clasificación abarca las nano partículas que constituyen fragmentos de menos de 100 nanómetros. Esas partículas se clasifican en gran medida en base a sus características morfológicas: tamaño, forma y color. (FAO, 2019)	En el laboratorio mediante el uso de un estereoscopio, se identificarán la presencia de microplásticos bioacumulados en los mejillones para luego caracterizarlos en base a su peso, color y forma. Finalmente por medio de la espectrofotometría infrarroja se definirá que tipo de microplásticos es	Características de los micro plásticos	Color	nominal
				Forma	razón
				Peso	mg ( miligramos)
			tipos de microplásticos	Poliétileno Teraftalato	mm (milímetros)
				Poliéster	mm (milímetros)
				Policloruro de vinilo	mm (milímetros)
				Polipropileno	mm (milímetros)
				Poliestireno	mm (milímetros)
				Los mejillones son seres filtradores que se alimentan	Se tomara una población promedio de 24



Población de Mejillones	fundamentalmente de materia orgánica en forma de partículas inertes (detritos), fitoplancton (micro algas) y zooplancton (larvas). (OESA, 2017)	mejillones en el área delimitada de la playa Donofrio, seguidamente será llevada al laboratorio y se realizará la extracción del tejido blando de los mejillones estos serán llevados a las cajas Petri los cuales se dejara reposar por 15 horas en ácido nítrico, posteriormente se filtrara la solución en una bomba de vacío usando el filtro de celulosa de nitrato 5um	Características fisiológicas de los mejillones	Peso	Kg(kilogramos)
				Alimentación	Oz (onzas)
	Crecimiento	razón			
	hábitat	razón			
	Concentración de microplásticos	El mejillón es un molusco bivalvo considerado en general de escasa categoría comparado con los mariscos más apreciados, sin embargo los beneficios que aporta son muy superiores a los de cualquier otra especie de moluscos. (MINGUEZ, 2015)		M1: 0.0489	mg(miligramos)
				M2: 0.0293	mg(miligramos)
				M3: 0.0626	mg(miligramos)
				M4:0	mg(miligramos)
				M5: 0.0566	mg(miligramos)
				M6: 0.0428	mg(miligramos)
				M7: 0.0472	mg(miligramos)
				M8: 0	mg(miligramos)



## Instrumento N° 2



Título de Investigación	“Contaminación y bioacumulación por microplásticos en la población de mejillones, Playa Donofrio, Ancón - 2019”
Autor(es)	- Evelyn Crispín Vásquez - Christopher Aarón Amas López
Escuela	Ingeniería Ambiental

FORMATO DE PRIMERA FASE PARA DETERIORAR EL ORGANISMO DEL MEJILLON Y TODO COMPONENTE DIFERENTE A LOS MICROLASTICOS					
N° DE MUESTRAS	CANTIDAD DE TEJIDO BLANDO DE MEJILLONES	MATERIAL A USAR	CANTIDAD DE ACIDO CLORHIDRICO	TIEMPO DE REPOSO	TEMPERATURA

Observación		
Validado por		
Nombre y Apellido <u>Tulio Ordoñez E. V.</u>	Nombre y Apellido <u>Christopher Aarón Amas López</u>	Nombre y Apellido <u>Evelyn Crispín Vásquez</u>
Firma	Firma	Firma
CIP 8 8772	CIP 46572	CIP Evelyn Crispín Vásquez INGENIERO QUIMICO Reg. CP 17708

# Instrumento N° 3



<b>Título de Investigación</b>	“Contaminación y bioacumulación por microplásticos en la población de mejillones, Playa Donofrio, Ancón - 2019”
<b>Autor(es)</b>	- Evelyn Crispín Vásquez - Christopher Aarón Amas López
<b>Escuela</b>	Ingeniería Ambiental

FORMATO DE SEGUNDA FASE PARA LA IDENTIFICACION DE MICROPLASTICOS EN EL TEJIDO BLANDO DE MEJILLONES					
N° MUESTRA	TIEMPO DE EBULLICION EN EL MATRAZ	TEMPERATURA DE EBULLICION EN EL MATRAZ	CANTIDAD DE AGUA DESTILADA AGREGADA	TEMPERATURA DE AGUA DESTILADA CALENTADA	EQUIPO PARA EL FILTRADO

<b>Observación</b>		
<b>Validado por</b>		
<b>Nombre y Apellido</b> Julio Quispe	<b>Nombre y Apellido</b> Roberto Benítez	<b>Nombre y Apellido</b> Elmer González Benítez Alparó
<b>Firma</b>	<b>Firma</b>	<b>Firma</b> ELMER GONZALEZ BENITEZ ALPARO INGENIERO QUIMICO Reg. CIP 117899
<b>CIP</b> 89772	<b>CIP</b> 46872	<b>CIP</b>

# Instrumento N° 4



Título de Investigación	"Contaminación y bioacumulación por microplásticos en la población de mejillones, Playa Donofrio, Ancón - 2019"
Autor(es)	- Evelyn Crispin Vásquez - Christopher Aarón Amas López
Escuela	Ingeniería Ambiental


FOMATO DE TERCERA FASE PARA LA IDENTIFICACION DE CARACTERISTICAS DE MICROPLASTICOS PRESENTES EN LAS MUESTRAS FILTRADAS						
N° MUESTRA	PRESENCIA DE MICROPLASTICOS		TIEMPO DE SECADO DE PAPEL FILTRO EN LA MUFLA	CARACTERISTICAS DE LOS MICROPLASTICOS		
	SI	NO		COLOR	PESO	FORMA

Observación		
Validado por		
Nombre y Apellido <i>Julio Oswaldo Estro</i>	Nombre y Apellido <i>Carlos Contreras</i>	Nombre y Apellido <i>Evelyn Crispin</i>
Firma	Firma	Firma
CIP 89772	CIP 46572	CIP

## Anexo N° 4: Protocolo New Techniques for the detection of microplastics in sediments and field collected organisms

Marine Pollution Bulletin 70 (2013) 227–233


---



Contents lists available at SciVerse ScienceDirect

### Marine Pollution Bulletin

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/marpolbul](http://www.elsevier.com/locate/marpolbul)



---

### New techniques for the detection of microplastics in sediments and field collected organisms

Michiel Claessens<sup>1</sup>, Lisbeth Van Cauwenberghe<sup>\*</sup>, Michiel B. Vandegehuchte, Colin R. Janssen

*Ghent University, Laboratory of Environmental Toxicology and Aquatic Ecology, Coupure links 22, 9000 Ghent, Belgium*

---

#### ARTICLE INFO

**Keywords:**  
Microplastics  
Extraction techniques  
Sediments  
Toxic  
Mytilus edulis

#### ABSTRACT

Microplastics have been reported in marine environments worldwide. Accurate assessment of quantity and type is therefore needed. Here, we propose new techniques for extracting microplastics from sediment and invertebrate tissue. The method developed for sediments involves a volume reduction of the sample by elutriation, followed by density separation using a high density NaI solution. Comparison of this method's efficiency to that of a widely used technique indicated that the new method has a considerably higher extraction efficiency. For fibres and granules an increase of 23% and 39% was noted, extraction efficiency of PVC increased by 100%. The second method aimed at extracting microplastics from animal tissues based on chemical digestion. Extraction of microspheres yielded high efficiencies (94–98%). For fibres, efficiencies were highly variable (0–98%), depending on polymer type. The use of these two techniques will result in a more complete assessment of marine microplastic concentrations.

© 2013 Elsevier Ltd. All rights reserved.

---

#### 1. Introduction

Plastic marine debris has been an environmental concern for decades (Derraik, 2002; Gregory, 2009; Hamner et al., 2012; Moore, 2008; Thompson et al., 2009). Despite the increased international attention, the build-up of these materials in the environment is considered problematic due to an increasing global plastic production and the continuing improper disposal of plastic waste. The impacts of plastic debris on marine species are widely reported (Derraik, 2002; Gregory, 2009). Up to now, over 600 marine species worldwide are known to be affected by plastic waste one way or another (GEF, 2012). Relatively large items will, however, eventually undergo fragmentation under the influence of UV radiation, the oxidative properties of the atmosphere and hydrolytic properties of seawater (Andrady, 2005, 2011; Webb et al., 2013). Combined with the mechanical forces exerted by wave action, plastic items will break up into smaller particles (Barnes et al., 2009). Because of the large residence times of plastic debris in our seas and oceans, most plastic present in the marine environment fits in the smaller size classes. For instance, 72% of the plastics recovered from beaches in Portugal belonged to a size class <5 mm (Martins and Sobral, 2011). Similarly, plastic particles <1 mm accounted for 65% of total marine debris collected on beaches in the Tamar Estuary (UK) (Browne et al., 2010). These

small items of plastic debris are commonly referred to as microplastics. Many authors have defined microplastics as particles smaller than 5 mm (e.g. Arthur et al., 2009) while others have set the upper size limit at 1 mm (e.g. Costa et al., 2010). While the value of 5 mm is more commonly used, 1 mm is a more intuitive value (i.e. 'micro' refers to the micrometer range). Moreover, once particles are smaller than 1 mm they can potentially be ingested by a range of aquatic invertebrates. Bivalves for instance will preferably ingest and process particles less than 40 µm, but larger particles (up to 600 µm) can be ingested and processed as well (Cefas, 2008).

Microplastics have been detected on beaches and in subtidal sediments worldwide (Table 1). The extraction method used by the majority of these authors was developed by Thompson et al. (2004). This technique, which is currently the most widely used (Hidalgo-Ruz et al., 2012), relies on the density of a concentrated NaCl solution (1.2 kg L<sup>-1</sup>) to separate sediment from microplastic particles. Indeed, when this salt solution is added to the sediment sample, low density microparticles float to the surface. However, this method is only effective for polymers with a density lower than that of the saturated saline concentration, i.e. 1.2 g cm<sup>-3</sup>, and not suitable for the extraction of high density polymers. Plastics such as polyvinylchloride (density 1.14–1.56 g cm<sup>-3</sup>) or polyethylene terephthalate (density 1.32–1.41 g cm<sup>-3</sup>) will not float in this concentrated NaCl solution. These two polymers, however, represent 18% of the European plastic demand (PlasticsEurope, 2012) and as such could represent an important proportion of the microplastics present in the marine environment. Especially in marine sediments, the proportion of these high density plastics

---

<sup>\*</sup> Corresponding author. Tel.: +32 9 264 37 60; fax: +32 9 264 37 66.  
E-mail address: [lisbeth.vancauwenberghe@ugent.be](mailto:lisbeth.vancauwenberghe@ugent.be) (L. Van Cauwenberghe).  
<sup>1</sup> Present address: DuPont Coordination Center, Antoon Spinostraat 6, 2000 Mechelen, Belgium.

0025-326X/\$ - see front matter © 2013 Elsevier Ltd. All rights reserved.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.01.009>

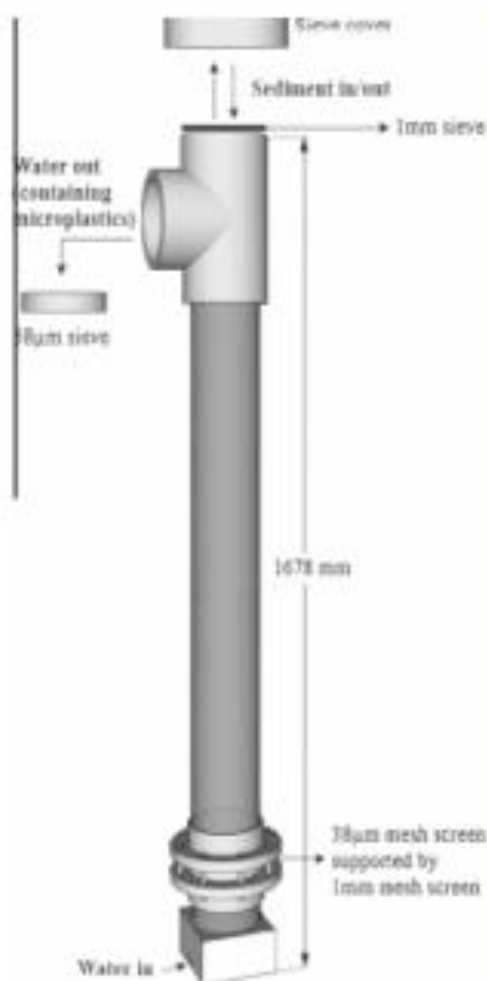


Fig. 3. Elutriation: schematic representation of the elutriation column, used for separating microplastics from the heavier sand particles.

the top layer containing the microplastics is vacuum filtered over a 5 µm membrane filter (Whatman AE98). This NaI-extraction is repeated two to three times to ensure that all plastic particles are removed from the sediment sample. Visual inspection of the filter is performed using a dissection microscope.

## 2.2. Extracting microplastics from sediments: method validation

A validation phase was included in the development of this new technique to determine the extraction efficiency and to compare this efficiency with that of the method pioneered by Thompson et al. (2004). The evaluation of both techniques involved spiking clean sediment with known concentrations of fibres and granules (PVC or polyethylene (PE)). This sediment was then subjected to the sequential extraction steps described above.

The clean sediment, i.e. sediment without microplastics, was obtained by subjecting a field sample of sediment to several subsequent elutriations, which resulted in the removal of all microplastics present. This sediment was then spiked with 50 particles or fibres per 500 ml of sample. PVC and PE granules were shavings of plastic tubing, and hence had different shapes and sizes

(microplastics) and fibres (granules) from previously elutriated sediment and were of different sizes and materials.

## 2.3. Extracting microplastics from field organisms: depuration and acid digestion

The blue mussel *M. edulis* was selected as a model species, representing filter feeding species, for the development of a technique for extracting microplastics from animal soft tissue. Mussels with a size ranging from 4 to 4.5 cm were collected along the Belgian coast.

The development of the extraction technique involved chemical digestion of the soft tissue, using either an acid, base, oxidizer or a specific mixture of both, followed by filtration and microscopic analysis. Before the organisms were subjected to the digestion procedures they were kept in filtered artificial seawater (0.8 µm membrane filter, Supor®800, GelmanSciences) for at least 24 h after sampling to allow them to clear their gut. In this way, any material present in the gut such as sand particles, that could hinder the visual inspection for microplastics later on, is removed.

Several digestion protocols were explored: organisms were transferred to a 200 ml, conical flask and 20 ml of an acid, base, oxidizer or a specific mixture thereof was added. The chemicals used for the digestions were nitric acid (HNO<sub>3</sub>, 22.5 M), hydrogen peroxide (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, 32.6 M) and sodium hydroxide (NaOH, 32.5 M). The specific mixtures were prepared by mixing HNO<sub>3</sub> with either hypochloric acid (HOCl, 32.3 M) or H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> in a 3:1 v/v ratio. Each protocol consisted of digestion at a specific temperature and time, followed by dilution (1:10 v/v) either with hot (i.e. at the same temperature as the digestive substances) or cold (i.e. room temperature) filtered deionised water (0.8 µm membrane filter, Supor®800, GelmanSciences) and immediate filtration over a pre-weighed 5 µm cellulose nitrate membrane filter (Whatman AE98).

The digestion method resulting in the best digestion efficiency was further fine-tuned and validated. The final digestion procedure was performed in 250 ml, conical flasks and consisted of overnight destruction of the organisms (3 mussels per flask) in 20 ml of HNO<sub>3</sub> (22.5 M) at room temperature, followed by 2 h of boiling (~100 °C). The resulting mixture was then diluted to 200 ml with warm (~80 °C) filtered deionised water and vacuum filtered over a 5 µm cellulose nitrate membrane filter (Whatman AE98) immediately after dilution.

It is important to note that all materials used for sampling, extraction and analysis were rigorously cleaned with filtered deionised water (0.8 µm membrane filter, Supor®800, GelmanSciences) to prevent any contamination. While this cleaning step was not absolutely necessary for the validation of this technique as plastic particles of known type, size and number were added, this is crucial when analysing field samples. In this case, appropriate procedural blanks should also be regularly included to account for any possible contamination that may occur during extraction.

## 2.4. Extracting microplastics from field organisms: method validation

To study the digestion efficiency, organisms were weighed prior to digestion. After filtration of the digested tissue, the membrane filters were dried at 60 °C for 24 h, and weighed. This allowed calculation of the tissue fraction remaining on the filters, and hence the efficiency of the digestion procedure applied.

The procedure resulting in the smallest tissue fraction remaining on the filters was then further validated, by subjecting different types of microplastics to the digestion procedure and assessing whether the particles could be recovered after the procedure. This was done by assessing the impact of the digestion procedure on the plastic material (i.e. is it affected by the acid/base/oxidizer and can it be recovered?).

## Anexo N° 5: Validación de Instrumentos

### Validación de Instrumento N° 1



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

#### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

**I. DATOS GENERALES**

1.1 Apellidos y Nombres: Berrios Alvaro Elmer  
 1.2 Cargo e institución donde labora: Drs. UCV - Metodólogo - Fag. Química  
 1.3 Nombre del instrumento motivo de evaluación: Formato de toma de datos en campo para muestreo de microplástico en mesilones marinos  
 1.4 Autor(a) del instrumento: Cristina Vasquez y Evelyn Amos Lopez, Christopher

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE INACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está formulada con lenguaje comprensible													✓
2. OBJETIVIDAD	Está adecuado a las leyes y principios científicos													✓
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación													✓
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica													✓
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													✓
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de las hipótesis													✓
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos													✓
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variable e indicadores													✓
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr la hipótesis													✓
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico													✓

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

✓

95

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN**

Lima, ..... del 2019

**FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE**

DNI N° ..... Telf.: .....



## Validación de Instrumento N° 2



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres: Cabrera Carranza Carlos Francisco  
 1.2 Cargo e institución donde labora: Docente - UCV  
 1.3 Nombre del instrumento motivo de evaluación: Formulario de toma de datos en campo para muestreo de microplásticos en mejillones marinos  
 1.4 Autor(a) del Instrumento: Carson Vasquez, Evelyn - Amos López, Erisbeth

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE INACEPTABLE					ACEPTABLE		
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está formulada con lenguaje comprensible													
2. OBJETIVIDAD	Está adecuado a las leyes y principios científicos												✓	
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación												✓	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica												✓	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												✓	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de las hipótesis												✓	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos												✓	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variable e indicadores												✓	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr la hipótesis												✓	
10. PERTINENCIA	El instrumento nuestro la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico												✓	

#### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

✓

90%

#### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

Lima, 28 de octubre del 2019

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI N° 7402224 Telf.: 945 509139

## Validación de Instrumento N° 3



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

1.1 Apellidos y Nombres:.....Gonzales, Alvaro.....Elmer Benito.....  
 1.2 Cargo e institución donde labora:.....Universidad César Vallejo - Docente.....  
 1.3 Nombre del instrumento motivo de evaluación:.....Formido de Ruma Fase.....  
 1.4 Autor(a) del Instrumento:.....- Christopher Aaron Amas Lopez.....  
 - Evelyn Estolung Crispin Vasquez.....

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE INACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está formulada con lenguaje comprensible													
2. OBJETIVIDAD	Está adecuado a las leyes y principios científicos													
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación													
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica													
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de las hipótesis													
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos													
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variable e indicadores													
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr la hipótesis													
10. PERTINENCIA	El instrumento nuestro la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico													

#### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

90

#### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

Lima, .....del 2019

FIRMA DEL EVALUADOR INFORMANTE  
 DNI N° .....

*[Handwritten signature]*

# Validación de Instrumento N° 4



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

1.1 Apellidos y Nombres: Cabrera Carranza Carlos F.  
 1.2 Cargo e institución donde labora: Necesidad de Investigación - UCV  
 1.3 Nombre del instrumento motivo de evaluación: Formado de Primera Fase  
 1.4 Autor(a) del Instrumento: - Christopher Aguilar Amas Lopez  
- Evelyn Estefany Cisprín Vasquez

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE INACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está formulada con lenguaje comprensible													
2. OBJETIVIDAD	Está adecuado a las leyes y principios científicos											/		
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación											/		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica											/		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											/		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de las hipótesis											/		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos											/		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variable e indicadores											/		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr la hipótesis											/		
10. PERTINENCIA	El instrumento nuestro la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico											/		

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

/

90%

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

Lima, ..... del 2019

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI N° 676249 Telf.: 945809129

# Validación de Instrumento N° 5



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

1.1 Apellidos y Nombres: Oroscoz Galvez Juan Juli  
 1.2 Cargo e institución donde labora: DOSENTE - UCV  
 1.3 Nombre del instrumento motivo de evaluación: Formato de Segunda Fase  
 1.4 Autor(a) del Instrumento: - Christopher Aaron Amas Lopez  
Evelyn Estefany Crispin Vasquez

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE INACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está formulada con lenguaje comprensible													
2. OBJETIVIDAD	Está adecuado a las leyes y principios científicos													✓
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación													✓
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica													✓
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													✓
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de las hipótesis													✓
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos													✓
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variable e indicadores													✓
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr la hipótesis													✓
10. PERTINENCIA	El instrumento nuestro la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico													✓

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

Si

95

Lima, ..... del 2019

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE  
 DNI N° 8844209 Telf.: 5281819

# Validación de Instrumento N° 6



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

1.1 Apellidos y Nombres: González Alfaro, Elmer Bonides  
 1.2 Cargo e institución donde labora: Universidad César Vallejo - Docente  
 1.3 Nombre del instrumento motivo de evaluación: Formato de Sesión Clase  
 1.4 Autor(a) del Instrumento: - Christopher Aaron Amas López  
- Evelyn Esteban Cristian Vasquez

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE INACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está formulada con lenguaje comprensible													
2. OBJETIVIDAD	Está adecuado a las leyes y principios científicos													
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación													
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica													
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de las hipótesis													
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos													
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variable e indicadores													
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr la hipótesis													
10. PERTINENCIA	El instrumento nuestro la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico													

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

NO
----

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

Lima, ..... del 2019

ELMER GONZÁLEZ DEHUESO ALFARO

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI N° ..... Tel: .....

# Validación de Instrumento N° 7



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

1.1 Apellidos y Nombres: ..... ORONDEZ GALVE JUAN JOLI .....  
 1.2 Cargo e institución donde labora: ..... DOCENTE - UCV .....  
 1.3 Nombre del instrumento motivo de evaluación: ..... Formato de tercera fase .....  
 1.4 Autor(a) del Instrumento: ..... Cristopher Aaron Amas Lopez .....  
 ..... Evelyn Estefany Crispin Vasquez .....

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE INACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está formulada con lenguaje comprensible												✓	
2. OBJETIVIDAD	Está adecuado a las leyes y principios científicos													✓
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación													✓
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica													✓
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													✓
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de las hipótesis													✓
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos													✓
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variable e indicadores													✓
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr la hipótesis													✓
10. PERTINENCIA	El instrumento nuestro la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico													✓

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

Si
-

95
----

Lima, ..... del 2019

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE  
 DNI N° 2841309 Telf. 5281619

# Validación de Instrumento N° 8



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres: CABRERO COARASA CARLOS F.  
 1.2 Cargo e institución donde labora: VICEDIRECTOR DE INVESTIGACIÓN - UCV  
 1.3 Nombre del instrumento motivo de evaluación: Formato de tercera fase  
 1.4 Autor(a) del instrumento: - Cristóbal Acevedo Amas López  
- Emelyn Esteban Crispín Vasquez

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE INACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está formulada con lenguaje comprensible													
2. OBJETIVIDAD	Está adecuado a las leyes y principios científicos												/	
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación												/	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica												/	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												/	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de las hipótesis												/	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos												/	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variable e indicadores												/	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr la hipótesis												/	
10. PERTINENCIA	El instrumento nuestro la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico												/	

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

✓

90%

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

Lima, ..... del 2019

**FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE**

DNI N° 860289 Telf.: 94530989

# Validación de Instrumento N° 9



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres: Gonzalez, Alvaro y Elmer Benides  
 1.2 Cargo e institución donde labora: Un.versidad César Vallejo - Docente  
 1.3 Nombre del instrumento motivo de evaluación: Temario de la cátedra  
 1.4 Autor(a) del instrumento: - Christopher Aaron Amas Lopez  
- Evelyn Estefany Crispín Vasquez

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE							MINIMAMENTE INACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
1. CLARIDAD	Está formulada con lenguaje comprensible														
2. OBJETIVIDAD	Está adecuado a las leyes y principios científicos														
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación														
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica														
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales														
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de las hipótesis														
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos														
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variable e indicadores														
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr la hipótesis														
10. PERTINENCIA	El instrumento nuestro la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico														

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI

NO

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

Lima, ..... del 2019

FIRMA DEL EVALUADOR FORMANTE  
 DNI N° ..... Tel: .....



# Validación de Instrumento N° 10



## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

1.1 Apellidos y Nombres: CORREA CORREA CARLOS F.  
 1.2 Cargo e institución donde labora: Vicedecano de INVESTIGACIÓN - UCV  
 1.3 Nombre del instrumento motivo de evaluación: Formato de segunda Fase  
 1.4 Autor(a) del Instrumento: - Christopher Aaron Amos Lopez  
- Evelyn Estelany Crispin Vasquez

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE INACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está formulada con lenguaje comprensible													
2. OBJETIVIDAD	Está adecuado a las leyes y principios científicos											/		
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación											/		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica											/		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											/		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de las hipótesis											/		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos											/		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variable e indicadores											/		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr la hipótesis											/		
10. PERTINENCIA	El instrumento nuestro la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico											/		

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

/

90%

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

Lima, ..... del 2019

**FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE**  
 DNI N° ..... Telf.: .....

# Validación de Instrumento N° 11



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

1.1 Apellidos y Nombres: ORONDEL VALDEZ, Juan Julio  
 1.2 Cargo e institución donde labora: DOCENTE - UCV  
 1.3 Nombre del instrumento motivo de evaluación: Formato de primera fase  
 1.4 Autor(a) del Instrumento: Cristopher Aaron Amas López  
Evelyn Estefany Crispín Vasquez

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE INACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está formulada con lenguaje comprensible													/
2. OBJETIVIDAD	Está adecuado a las leyes y principios científicos													/
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación													/
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica													/
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													/
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de las hipótesis													/
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos													/
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variable e indicadores													/
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr la hipótesis													/
10. PERTINENCIA	El instrumento nuestro la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico													/

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI

NO

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

Lima, ..... del 2019

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE  
 DNI N° 08111100 Telf.: 5251688



**Anexo N° 6: Instrumento de toma de datos de campo**

FORMATO DE TOMA DE DATOS EN CAMPO PARA MUESTREO DE MICROPLASTICOS EN MEJILLONES MARINOS												
Proyecto		Contaminación y bioacumulación por microplásticos en Población de Mejillones - Playa Donofrio										
Investigador(es)		Crispín Vasquez, Evelyn	Condición climática		lluvias		Soleado		Nublado	X	Otro	
		Amas López, Christopher	Fecha de muestreo		07		11		19			
Sitio o lugar de muestreo		Playa Donofrio - Ancoñ		Departamento		Lima		Hora		9:14		

N°	CANTIDAD	PESO TOTAL	PARÁMETROS IN SITU		ÁREA DE RECOLECTA		TEMPERATURA DEL ÁREA DE RECOLECTA	
			Color	Tamaño	Cerca de la Peña	En el Interior de La Playa	Temperatura Ambiente	Temperatura de la Playa
1	6	60.35g	Pardo negruzco	Grandes y medianos	x		18 °C	16 °C
2	7	60.7g	Pardo negruzco	Grandes		x	18 °C	16 °C
3	6	56.9g	Pardo negruzco	Grandes y medianos		x	18 °C	16 °C
4	5	40.18g	Pardo negruzco	Pequeños		x	18 °C	16 °C

**Anexo N°7: Instrumento de toma de datos de laboratorio-Formato de Primera fas**

**FORMATO DE SEGUNDA FASE PARA LA IDENTIFICACION DE MICROPLASTICOS EN EL TEJIDO BLANDO DE MEJILLONES**

<b>N° DE MUESTRA</b>	<b>TIEMPO DE EBULLICION EN EL MATRAZ</b>	<b>TEMPERTAURA DE EBULLICION EN EL MATRAZ</b>	<b>CANTIDAD DE AGUA DESTILADA AGREGADA</b>	<b>TEMPERTAURA DE AGUA DESTILADA CALENTADA</b>	<b>EQUIPO PARA EL FILTRADO</b>
1	2 h	100°C	200 ml	80°C	Bomba al vacia
2	2h	100°C	200 ml	80°C	
3	2h	100°C	200 ml	80°C	
4	2h	100°C	200 ml	80°C	
5	2h	100°C	200 ml	80°C	
6	2h	100°C	200 ml	80°C	
7	2h	100°C	200 ml	80°C	
8	2h	100°C	200 ml	80°C	

**Anexo N°8: Instrumento de toma de datos de laboratorio-Formato de Segunda fase**

FORMATO DE PRIMERA FASE PARA DETERIORAR EL ORGANISMO DEL MEJILLON Y TODO COMPONENTE DIFERENTE A LOS MICROLASTICOS					
N° DE MUESTRAS	CANTIDAD DE TEJIDO BLANDO DE MEJILLONES	MATERIAL A USAR	CANTIDAD DE ACIDO CLORHIDRICO	TIEMPO DE REPOSO	TEMPERATURA
1	3	- Cajas petri	20ml	15 h	Ambiente
2	3				
3	3				
4	3				
5	3				
6	3				
7	3				
8	3				

Anexo N°9: Instrumento de toma de datos de laboratorio –tercera fase

FORMATO DE TERCERA FASE PARA LA IDENTIFICACIÓN DE CARACTERÍSTICAS DE MICROPLASTICOS PRESENTES EN LAS MUESTRAS FILTRADAS						
N° MUESTRA	PRESENCIA DE MICROPLASTICOS		TIEMPO DE SECADO DE PAPEL FILTRO EN LA MUFLA	CARACTERÍSTICAS DE LOS MICROPLASTICOS		
	SI	NO		COLOR	PESO	FORMA
1	X		24 h	negro, verde claro, verde oscuro, rojo	0.0489 mg	rectangular, alargadas semicirculares
2	X		24 h	negro, rojo, verde claro	0.0293 mg	fibras alargadas y semirectangulabr.
3	X		24 h	rojo, verde oscuro, negro	0.0255 mg.	alargadas y circulos irregulares
4		X	24 h	—	—	—
5	X		24 h	negro, rojo claro, rojo oscuro, azul y verde oscuro	0.0566 mg	alargadas, alargadas onduladas, semi-circular, triangulo, semi-rectangular.
6	X		24 h	Verde y negro	0.0428 mg	Semi-redondo irregulares y alargadas
7	X		24 h	verde claro	0.0472 mg	rectangular irregular y alargado
8		X	24 h	—	—	—



Fuente: Elaboración propia

**Figura N° 28: presencia de bañistas y comerciantes en el balneario de Ancón**



Fuente: Elaboración propia

**Figura N° 29: contenedores de residuos repletos y con infraestructura en mal estado**



Fuente: Elaboración propia

**Figura N° 30: vertidos de residuos sólidos por laderas que se dirigen directamente al balneario de Ancon**



Fuente: Elaboración propia

**Figura N° 31: consecuencia de tuberías que enlazan con los pozos de desagüe alrededor del balneario de Ancon**





Fuente: Elaboración propia

**Figura N° 32: presencia de tanques de desagüe a las alturas del balneario de Ancón**



Fuente: Elaboración propia

**Figura N° 33: residuos sólidos presentes en orillas de la playa**



Fuente: Elaboración propia

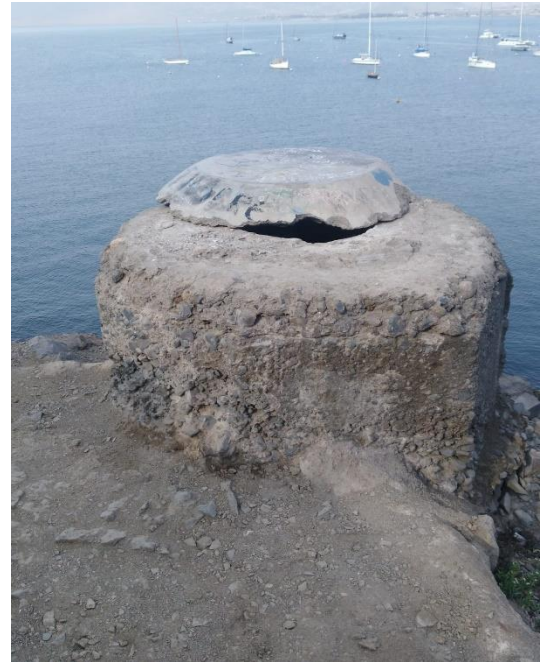
**Figura N° 34: vertido directo del desagüe al balneario de Ancón por ruptura de tubería e mala infraestructura del pozo**



6t

Fuente: Elaboración propia

**Figura N° 35: Formación de espuma blanca en superficie del balneario de Ancón por presencia de exceso de residuos sólidos vertidos**



Fuente: Elaboración propia

**Figura N° 36: pozo de desagüe en mal estado**



Fuente: Elaboración propia

**Figura N° 37: ruptura total de pozo de desagüe con vertido directo de fluidos al balneario de Ancon**