



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**“Reducción de micro plásticos secundarios en la superficie de
agua marina a través del grafeno a nivel laboratorio”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Ambiental

AUTORA:

Tapia Llerena, Katherin Elizabeth (ORCID: 0000-0002-3898-5568)

ASESOR:

Dr. Valverde Flores, Jhonny Wilfredo (ORCID: 0000-0003-2526-112X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y gestión de los recursos naturales

LIMA - PERÚ

2019

DEDICATORIA

A Dios por guiarme en el camino correcto, por iluminar mi mente y ponerme en el camino a personas tan maravillosas que creyeron en mí.

A todas las personas que me dieron su comprensión y amor, que estuvieron conmigo a cambio de nada.

Depositando toda su confianza en mí, sin poner en tela de juicio mi inteligencia y capacidad.

El desarrollo de este trabajo de investigación ha sido posible gracias a ellos.

AGRADECIMIENTO

A toda mi familia, a mis padres María Llerena Zavaleta y Jorge Tapia Cabrera en especial por su comprensión en este arduo camino. A mis amigos incondicionales que me regalaron las más sinceras sonrisas.

A mis hermanos Jorge, Nicolay y Benjamín, que por ellos es todo.

Al Ingeniero Quintana por brindarme su apoyo, paciencia y simpatía, por tanta ayuda en el laboratorio de la universidad. Muchas gracias por todo.

A mi alma mater Universidad César Vallejo por permitirme acabar con éxito mis estudios universitarios.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo Katherin Elizabeth Tapia Llerena, identificada con DNI 70202094, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponde ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por la cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 16 de enero del 2019



Katherin Elizabeth Tapia Llerena

INDICE GENERAL

CARÁTULA	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO	iii
PÁGINA DEL JURADO.....	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD	v
ÍNDICE GENERAL	vi
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
I.INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Realidad problemática	1
1.2. Trabajos previos	2
1.3. Teorías relacionadas al tema	7
1.4. Formulación al problema	13
1.5. Justificación del estudio.....	14
1.6. Hipótesis.....	14
1.7. Objetivo.....	15
II. MÉTODO	15
2.1. Tipo y diseño de investigación.....	15
2.2. Variables y Operacionalización.....	16
2.3. Población, muestra y muestreo.....	17
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos,	19
validez y confiabilidad	
2.5. Método de análisis de datos	25
2.6. Aspectos éticos	25
III. RESULTADOS.....	26
IV.DISCUSIÓN.....	77
V. CONCLUSIONES	79
VI. RECOMENDACIONES	80
VII. REFERENCIAS	81

ANEXOS

✓ Instrumentos.....	86
✓ Validación de los instrumentos	89
✓ Matriz de consistencia	92
✓ Equipos y materiales usados	93
✓ Caracterización grafeno	97

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1. Macroplásticos que producen la mayor cantidad de 7 microplásticos secundarios	
Tabla N° 2. Matriz Operacional..... 17	
Tabla N° 3. Etapas y sus técnicas e instrumentos 19	
Tabla N° 4. Tratamiento de la muestra colectada 23	
Tabla N° 5. Validez de los instrumentos..... 24	
Tabla N° 6. Valores para interpretar el coeficiente de Alfa de Cronbach..... 24	
Tabla N° 7. Confiabilidad Instrumento 1 25	
Tabla N° 8. Confiabilidad Instrumento 2 25	
Tabla N° 9. Confiabilidad Instrumento 3 25	
Tabla N° 10. Hora de toma de muestras 26	
Tabla N° 11. Resumen de datos iniciales de Salinidad 27	
Tabla N° 12. Resumen de datos iniciales de pH 27	
Tabla N° 13. Resumen de datos iniciales de Sólidos Totales Disueltos..... 28	
Tabla N° 14. Resumen de datos iniciales de Conductividad Eléctrica 28	
Tabla N° 15. Resumen de datos iniciales de Microplásticos menores a 1mm 29	
Tabla N° 16. Resumen de datos iniciales de Microplásticos menores a 5mm 29	
Tabla N° 17. Resultados de los análisis del primer tratamiento tomados 30 después de la filtración	
Tabla N° 18. Caracterización de residuos plásticos del primer tratamiento..... 31	
Tabla N° 19. Resultados de los análisis del segundo tratamiento tomados 31 después de la filtración	
Tabla N° 20. Caracterización de residuos plásticos del segundo tratamiento 32	
Tabla N° 21. Resultados de los análisis del tercer tratamiento tomados..... 32 después de la filtración	
Tabla N° 22. Caracterización de residuos plásticos del tercer tratamiento 33	
Tabla N° 23. Resultados de los análisis del cuarto tratamiento tomados..... 33 después de la filtración	
Tabla N° 24. Caracterización de residuos plásticos del cuarto tratamiento 34	
Tabla N° 25. Resumen de resultados de Salinidad en partes por millón 34 del primer tratamiento	
Tabla N° 26. Resumen de resultados de Salinidad en partes por millón 35	

del segundo tratamiento	
Tabla N° 27. Resumen de resultados de Salinidad en partes por millón	36
del tercer tratamiento	
Tabla N° 28. Resumen de resultados de Salinidad en partes por millón	37
del cuarto tratamiento	
Tabla N° 29. Resumen de resultados de Solidos Totales Disueltos en g/L.....	38
del primer tratamiento	
Tabla N° 30. Resumen de resultados de Solidos Totales Disueltos en g/L.....	39
del segundo tratamiento	
Tabla N° 31. Resumen de resultados de Solidos Totales Disueltos en g/L.....	40
del tercer tratamiento	
Tabla N° 32. Resumen de resultados de Solidos Totales Disueltos en g/L.....	41
del cuarto tratamiento	
Tabla N° 33. Resumen de resultados de pH del primer tratamiento.....	42
Tabla N° 34. Resumen de resultados de pH del segundo tratamiento	43
Tabla N° 35. Resumen de resultados de pH del tercer tratamiento	44
Tabla N° 36. Resumen de resultados de pH del cuarto tratamiento	45
Tabla N° 37. Resumen de resultados de Conductividad Eléctrica en μ S.....	46
del primer tratamiento	
Tabla N° 38. Resumen de resultados de Conductividad Eléctrica en μ S.....	47
del segundo tratamiento	
Tabla N° 39. Resumen de resultados de Conductividad Eléctrica en μ S.....	48
del tercer tratamiento	
Tabla N° 40. Resumen de resultados de Conductividad Eléctrica en μ S.....	49
del cuarto tratamiento	
Tabla N° 41. Resumen de resultados de Microplásticos menor a 5mm.....	50
del primer tratamiento	
Tabla N° 42. Resumen de resultados de Microplásticos menor a 5mm.....	51
del segundo tratamiento	
Tabla N° 43. Resumen de resultados de Microplásticos menor a 5mm.....	52
del tercer tratamiento	
Tabla N° 44. Resumen de resultados de Microplásticos menor a 5mm.....	53
del cuarto tratamiento	

Tabla N° 45. Resumen de resultados de Microplásticos menor a 1mm.....	54
del primer tratamiento	
Tabla N° 46. Resumen de resultados de Microplásticos menor a 1mm.....	55
del segundo tratamiento	
Tabla N° 47. Resumen de resultados de Microplásticos menor a 1mm.....	56
del tercer tratamiento	
Tabla N° 48. Resumen de resultados de Microplásticos menor a 1mm.....	57
del cuarto tratamiento	
Tabla N° 49: Prueba de Normalidad para Microplásticos menores a 5 mm	58
Tabla N° 50: Prueba de homogeneidad de varianzas para Microplásticos	59
menores a 5 mm	
Tabla N° 51: Prueba ANOVA para Microplásticos menores a 5 mm	60
Tabla N° 52: Prueba Tukey Microplásticos menores a 5 mm.....	60
Tabla N° 53: Prueba de Normalidad para Microplásticos menores a 1 mm.....	61
Tabla N° 54: Prueba de homogeneidad de varianzas para Microplásticos	62
menores a 1 mm	
Tabla N° 55: Prueba ANOVA para Microplásticos menores a 1 mm	63
Tabla N° 56: Prueba Tukey Microplásticos menores a 1 mm.....	63
Tabla N° 57: Prueba de Normalidad para Salinidad.....	64
Tabla N° 58: Prueba de homogeneidad de varianzas para Salinidad	65
Tabla N° 59: Prueba ANOVA para Salinidad.....	66
Tabla N° 60: Prueba Tukey para Salinidad.....	66
Tabla N° 61: Prueba de Normalidad para Sólidos Totales Disueltos	67
Tabla N° 62: Prueba de homogeneidad de varianzas para Sólidos	68
Totales Disueltos	
Tabla N° 63: Prueba ANOVA para Sólidos Totales Disueltos	68
Tabla N° 64: Prueba Tukey para Sólidos Totales Disueltos	69
Tabla N° 65: Prueba de Normalidad para pH.....	70
Tabla N° 66: Prueba de homogeneidad de varianzas para pH	71
Tabla N° 67: Prueba ANOVA para pH	71
Tabla N° 68: Prueba Tukey para pH.....	72
Tabla N° 69: Prueba de Normalidad para Conductividad Eléctrica	73
Tabla N° 70: Prueba de homogeneidad de varianzas para.....	73

Conductividad Eléctrica

Tabla N° 71: Prueba ANOVA para Conductividad Eléctrica 74

Tabla N° 72: Prueba Tukey para Conductividad Eléctrica 75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1. Los microplásticos en la biota marina.....	8
Figura N° 2. Representación del grafeno	11
Figura N° 3. Localización de la población	18
Figura N° 4. Reducción de Salinidad en el Primer tratamiento.....	35
Figura N° 5. Reducción de Salinidad en el Segundo tratamiento.....	36
Figura N° 6. Reducción de Salinidad en el Tercer tratamiento	37
Figura N° 7. Reducción de Salinidad en el Cuarto tratamiento.....	38
Figura N° 8. Reducción de Solidos Totales Disueltos en el primer tratamiento	39
Figura N° 9. Reducción de Solidos Totales Disueltos en el primer tratamiento	40
Figura N° 10. Reducción de Solidos Totales Disueltos en el primer tratamiento	41
Figura N° 11. Reducción de Solidos Totales Disueltos en el primer tratamiento	42
Figura N° 12: Reducción de pH en el Primer Tratamiento	43
Figura N° 13: Reducción de pH en el Segundo Tratamiento	44
Figura N° 14: Reducción de pH en el Tercer Tratamiento	45
Figura N° 15: Reducción de pH en el Cuarto Tratamiento	46
Figura N° 16: Reducción de Conductividad Eléctrica en el Primer Tratamiento	47
Figura N° 17: Reducción de Conductividad Eléctrica en el Segundo Tratamiento	48
Figura N° 18: Reducción de Conductividad Eléctrica en el Tercer Tratamiento.....	49
Figura N° 19: Reducción de Conductividad Eléctrica en el Cuarto Tratamiento	50
Figura N° 20: Reducción de Microplásticos menor a 5 mm en el primer tratamiento	51
Figura N° 21: Reducción de Microplásticos menor a 5 mm en el segundo tratamiento	52
Figura N° 22: Reducción de Microplásticos menor a 5 mm en el tercer tratamiento.....	53
Figura N° 23: Reducción de Microplásticos menor a 5 mm en el cuarto tratamiento.....	54
Figura N° 24: Reducción de Microplásticos menor a 1mm en el primer tratamiento.....	55
Figura N° 25: Reducción de Microplásticos menor a 1mm en el segundo tratamiento	56
Figura N° 26: Reducción de Microplásticos menor a 1mm en el tercer tratamiento	57
Figura N° 27: Reducción de Microplásticos menor a 1mm en el cuarto tratamiento.....	58

RESUMEN

La contaminación por micro y nanoplásticos del ambiente marino ha sido un problema creciente, para todos los seres vivos que dependen de este ambiente. En concordancia, el objetivo de la investigación fue determinar la reducción de los microplásticos secundarios en la superficie de agua marina utilizando un filtro a base de grafeno a escala laboratorio. La metodología a utilizar fue realizar cuatro tratamientos con diferentes tiempos de Deposición Química de Vapor (CVD) de grafeno.

El primer tratamiento consistió en pasar las muestras por un filtro sin grafeno, el segundo tratamiento fue con un filtro de 10 minutos de CVD de grafeno, el tercero y cuarto con 15 y 20 minutos respectivamente. Se determinó en el agua de mar, la salinidad, los sólidos totales disueltos, pH y conductividad eléctrica antes y después de los tratamientos; a partir de ello se caracterizaron los microplásticos por cantidad y color y al producto sintetizado, grafeno. Los resultados fueron: reducción del 100 % para microplásticos menor a 5mm y 1mm en el tercer tratamiento, 3% para pH en el segundo tratamiento y 53.79 % en sólidos totales disueltos, 41.18 % en conductividad eléctrica y 80% en salinidad para el tercer tratamiento. Concluyéndose que el tratamiento con filtros de grafeno para la reducción de microplásticos secundarios a escala laboratorio mejora la calidad de las aguas de Carpayo, Callao.

Palabras Clave: microplásticos secundarios, grafeno, agua marina.

ABSTRACT

The contamination by micro and nanoplastics of the marine environment has been a growing problem, for all living beings that depend on this environment. Accordingly, the objective of the investigation was to determine the reduction of secondary microplastics in seawater using a graphene-based filter on a laboratory scale. The methodology to be used was to perform four treatments with different times of Chemical Steam Deposition (CVD) of graphene.

The first treatment consisted of passing the samples through a graphene-free filter, the second treatment was with a 10-minute graphene CVD filter, the third and fourth with 15 and 20 minutes respectively. In seawater, salinity, total dissolved solids, pH and electrical conductivity were determined before and after treatments; From this, the microplastics were characterized by quantity and color and the synthesized product, graphene. The results were: 100% reduction for microplastics less than 5mm and 1mm in the third treatment, 3% for pH in the second treatment and 53.79% in total dissolved solids, 41.18% in electrical conductivity and 80% in salinity for the third treatment. Concluding that the graphene filter treatment for the reduction of secondary microplastics at laboratory scale improves the quality of the waters of Carpayo, Callao.

Keywords: secondary microplastics, graphene, seawater.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

La contaminación ambiental, sea por factores naturales o antropogénicos, existe, y ha llegado hasta los mares, tanto en la superficie como en el fondo marítimo. Llenando estas aguas con residuos sólidos orgánicos e inorgánicos, un claro ejemplo de ello son los contaminantes plásticos que persisten en el medio marino y que llegan a ser el 80% de la basura marina (Rojo-Nieto y Montoto, 2017).

La mala disposición de los residuos sólidos afecta no solo a los suelos sino también reflejan las consecuencias en la calidad del agua de distintos cuerpos como ríos, lagos y mares. Por su tamaño es capaz de afectar a los microorganismos presentes en el mar, el tamaño más pequeño registrado es de 1.6 micrómetros de diámetro (Cole, 2011). Se reducen a tal tamaño por las abrasiones marinas, así como el efecto la fotodegradación.

Por lo que se propone solucionar este problema de los residuos plásticos que se encuentran en el mar, y los plásticos más pequeños, los llamados microplásticos. En la entrevista que El Comercio realizó a Sara Purca menciona que “la peligrosidad de los microplásticos radica en la capacidad que tienen para absorber toxinas y que se transporte por medio de la cadena alimenticia” (Mestanza, 2018, párr. 7).

Existen métodos y soluciones tales como la biodegradación de este material, utilizando lombrices o microorganismos capaces de alimentarse de plásticos (Mejía, 2017), o simplemente segregando los residuos plásticos para poder minimizar o de ser posible eliminar los microplásticos presentes en el medio marino. Todo ello por los graves efectos en la biota marina y ser capaz de alcanzar al ser vivo en la cima de la cadena trófica, el hombre. Estos problemas se ven reflejados en la playa Carpayo, Callao, Perú. (Redacción EC, 2018).

1.2. Trabajos previos

En su investigación “Caracterización de microplásticos primarios en el ambiente marino de una playa urbana en Cartagena de Indias” (2014), Isabel Acosta tuvo como objetivo caracterizar microplásticos en la playa Marbella. La metodología consiste en la toma de muestras, caracterización de acuerdo a su color y tamaño y por último analizar la composición química de los microplásticos con FTIR. En conclusión se encontraron un mayor porcentaje de microplásticos de color blanco, y su concentración varía en las diferentes estaciones climáticas.

En la investigación de Anjali titulado “Graphene Oxide Synthesized by using Modified Hummers Approach” (2014), el objetivo fue sintetizar óxido de grafeno y estudiar sus propiedades. Se usó el método de Hummers modificado, necesitó 1 gr de grafito y 0.5 gr de NaNO_3 en conjunto con HCl , KMnO_4 y H_2SO_4 . Los resultados fueron analizados por Espectroscopía de Raman, picos G y D. Concluyó que mediante SEM, el material sintetizado es óxido de grafeno y en forma de lámina.

Barraza en su investigación, “Medición de la cantidad de residuos plásticos pequeños en algunas playas de El Salvador” (2017), caracterizó los microplásticos en las playas de El Salvador. Recolectó muestras de arena intermareal por 5 meses, encontró 21.7 g de plásticos de las 24 muestras tomadas. Se clasificó en: arena, plástico, vegetales y hule. Sus conclusiones fueron que los restos de residuos plásticos en las playas aumentan con respecto a la llegada de alguna festividad.

Brennecke, Dennis, et al., en su investigación “Microplastics as vector for heavy metal contamination from the marine environment” (2016). Determinó la interrelación entre los microplásticos y los metales pesados. Después de 14 días de manipulación experimental, demostraron que los microplásticos adsorbieron a los metales pesados al ser liberados al agua.

Chen, Shumin, et al, en su investigación publicada el año 2015, “Hydrogen-free synthesis of graphene-graphitic films directly on Si substrate by plasma enhanced chemical vapor deposition”. Sintetizó grafeno libre de hidrogeno mediante CVD. En este método modificado se obtuvo grafeno e espesores entre 10 y 600 nm, la relación tiempo y capas de grafeno es inversamente proporcional.

Cole et al en su investigación “Microplastics as contaminants in the marine environment: a review” publicado en el año 2011, tuvo como objetivo encontrar las propiedades y los impactos ambientales de los microplásticos. Difiere en cuanto al nombre que se le propone a los microplásticos, aquellos que son menores a 5mm. Sin embargo, el plástico más pequeño encontrado en agua marina tiene un tamaño de 1.6 μ m.

Goniszewski, Stefan, investiga el crecimiento de grafeno con el método CVD, utilizando metano e hidrogeno en “CVD Graphene: Growth, Transfer, Properties and Device Applications” publicado en 2016. Utilizaron una lámina de cobre tratada con ácido acético, el cual resultó eficiente para el crecimiento. Además, encontraron que la variación de presión por debajo de 500 mbar tiene poco efecto sobre las propiedades de crecimiento. Mediante resonancias se caracterizó al grafeno, el cual dio como resultado que la masa del grafeno y la presión a la que se sintetiza son inversamente proporcional.

JO, Seong Soon, en su investigación “Chemical Vapor Deposition (CVD) Growth and Optimal Transfer Processes for Graphene” (2018). Se tuvo como objetivo principal sintetizar grafeno de alta calidad de una sola capa por método CVD y desarrollar métodos de transferencia. En conclusión se encontró mayor continuidad de grafeno a un área mayor de deposición y un método de transferencia usando PDMS.

Kaushik, Shukla y Vankar en su investigación “Microwave plasma CVD-grown graphene–CNT hybrids for enhanced electron field emission applications” (2014), tuvieron como objetivo determinar las características del crecimiento de nanotubos de carbono y de grafeno multicapa. Usaron la técnica CVD potenciada con plasma de microondas, se encontró que el factor de mejora era 3,500 para MWCNT desnudos, 4,070 a 5,000 para híbrido estructuras y el tiempo de deposición 1 y 4 min respectivamente. Lo caracterizaron con Microscopia Electrónica de Transmisión y la Espectroscopia de Raman. Tiempo de crecimiento y densidad del grafeno DP.

López y Cuenca en su investigación para obtener el grado de bachiller titulada “Producción de óxido de grafeno directamente desde un blanco de grafito sin catalizador usando láser pulsado” (2017), usaron ablación laser para la síntesis del óxido de grafeno siendo este su objetivo principal. La conclusión a la que llegaron los

autores fue que la temperatura tiene una influencia inversamente proporcional a la generación de la biopelícula.

Marin et al, en su investigación “Synthesis, Characterization and Application of ZrCl₄ Graphene Composite Supported on Activated Carbon for Efficient Removal of Fluoride to Obtain Drinking Water” (2016), el objetivo principal del estudio fue descontaminar agua usando grafeno de cloruro de circonio (G-ZrCl₄). En conclusión, la remoción del contaminante en su mayor eficiencia se produjo con las siguientes condiciones, pH = 2, agitación = 130 rpm, temperatura = 30°C, con una eficiencia de remoción del 48%.

Mathias, Marie-France en su investigación titulado “Synthesis and functionalization of graphene for power electronic applications” (2012), como objetivo principal estudiar la reducción del proceso de obtención de láminas de grafeno. Usó la espectroscopia ultravioleta-visible (UV-vis) y microscopia electrónica. Como conclusión, se evidenció lo fuertemente antioxidante que es la Vitamina C y la aspirina.

Mejía en su investigación “Evaluación del efecto de la incorporación de dos tipos de plásticos (biodegradable y convencional) y la actividad de lombrices en suelos arenosos en trigo (*Triticum aestivum* L.)” publicada en el año 2017, tuvo como objetivo, visualizar los efectos que producen la introducción de biopelículas de plástico y partículas de plástico convencional en suelos arenosos. Llegaron a la conclusión que los microplásticos disminuyen la conductividad eléctrica que posee un suelo arenoso y no varía las condiciones de pH.

Moreno-Bárceñas, A. et al, (2018), en su investigación “Graphene Synthesis Using a CVD Reactor and a Discontinuous Feed of Gas Precursor at Atmospheric Pressure” tuvo como objetivo principal economizar la técnica CVD para sintetizar grafeno. Reemplazaron los precursores como el argón, H₂, CH₄ y lámina de cobre de alta pureza por N₂, N₂ (90%): H₂ (10%), C₂H₂ y cobre electrolítico, con esto redujeron el tiempo de síntesis y comprobaron la síntesis de capas de grafeno.

Muhammad Asnawi et al, en su investigación publicado en 2018, “Synthesis of Carbon Nanomaterials from Rice Husk via Microwave Oven” tuvo como objetivo principal

sintetizar CNT a partir de cáscaras de arroz. Utilizaron el proceso de sonicación para la limpieza de los materiales, horno microondas y plasma para la síntesis por 38 minutos. Por Espectroscopía de Raman demostraron que la biomasa residual puede usarse para la síntesis de nanomateriales de carbono.

En su investigación “Abundancia de microplásticos en la Bahía de La Paz y niveles de ftalatos en el Rorcual Común (*Balaenoptera physalus*)” publicada en el año 2017, el autor Olavarrieta Tabata tuvo como objetivo principal, determinar la cantidad de microplásticos presentes en Rocual Común. La mayor cantidad pertenecía al tipo PE seguido de PP, con tamaños entre 1 a 2.5 mm y los consiguientes de un tamaño de 2.5 a 5 mm, a la vez la zona con mayor cantidad de microplásticos fue San Juan siendo encontrados 24 de ellos.

Purca, Sara y Henostroza, Aida; en su investigación “Presencia de microplásticos en cuatro playas arenosa de Perú” (2017), tuvieron como objeto principal determinar el peso y cantidad de fragmentos de microplásticos. Los resultados se analizaron con FTIR, encontraron en su mayoría PE, PP y Poliestireno (EPS). Encontraron que, más del 80% de los fragmentos fueron mayores a 1 mm de tamaño y que en total se recuperaron más de 522 fragmentos por metro cuadrado en la playa.

Rainer, Christoph et al en su investigación “Aspectos nano de los desechos de plástico” (2016), determinaron la fuente de origen de los plásticos. Al ser un artículo cualitativo, reconocen que la luz solar, la abrasión mecánica presente en el mar y la interacción con los organismos marinos hacen que los macroplásticos generen micro y nanoplásticos. En conclusión no se puede determinar la disposición final de los micro y nanoplásticos presentes en el mar.

Reynolds, Jamie en su investigación “Fabrication and Characterisation of Cvd-Graphene Nanoribbon Single Electron Transistors” (2018), el objetivo fue sintetizar grafeno y detallar sus propiedades con la técnica modificada Deposición Química de Vapor. Una de sus propiedades de grafeno monocapa según su estudio, es que pueden fabricarse transistores de un solo electrón de alta calidad.

Rodríguez, en su investigación “Grafeno: síntesis, propiedades y aplicaciones biomédicas”, 2016, como objetivo general determinar cuál era la mejor técnica para

sintetizar grafeno a gran escala. Al ser un trabajo cualitativo, consultó la literatura de las principales bibliotecas online. Concluyó que la técnica apropiada para sintetizar a gran escala es Deposición Química del Vapor (CVD).

En su investigación para obtener título profesional de Ingeniera Ambiental, Tapia Chauca, Johana publica “Reducción de salinidad de las aguas de la playa san pedro – Lurín utilizando nanotecnología (grafenano) a escala laboratorio, 2017”. Tuvo como objetivo determinar la eficiencia de su tratamiento a base de grafeno y nanoburbujas a escala laboratorio. Teniendo como resultado reducción en un 65% CE, 96% T, 70% DBO₅ y un 47% sales. Se comprobó que el tratamiento es totalmente eficiente.

Wan et al en su investigación “Facile and highly efficient fabrication of graphene oxide-based polymer nanocomposites through mussel-inspired chemistry and their environmental pollutant removal application” tuvo como objetivo principal sintetizar nanocompuestos de grafeno para eliminar colorantes orgánicos en solución acuosa. Usando el método de Hummer y grafito puro, NaNO₃ y H₂O. En conclusión la relación entre la reducción de los colorantes orgánicos y la temperatura, es IP, 2017.

Wu Angjian et al, en su investigación “Upycling Waste Lard Oil into Vertical Graphene Sheets by Inductively Coupled Plasma Assisted Chemical Vapor Deposition” (2017), tuvo como objetivo sintetizar grafeno, Deposición Química de Vapor Mejorada (PECVD) con aceite de manteca como materia prima. La caracterización Espectroscopía de Raman demostró que la técnica mejorada sintetiza eficazmente VG.

Zapata-Caro, Juan Diego, et al. en su investigación titulada “Graphene samples preparation and some possible uses in developing optical communication devices” (2015), el objetivo fue sintetizar grafeno mediante exfoliación mecánica y analizarlo por Espectroscopia de Raman. Los cuales identificaron grafeno de una capa y multicapa luego de comparar las bandas 2D y G.

Zhang, Yaqian, et al., público en mayo del 2015 en la revista Electronic Materials su investigación “Undulate Cu (111) Substrates: A Unique Surface for CVD Graphene Growth” y tuvo como objetivo general interactuar el Cu (111) con grafeno por medio

del CVD. La superficie del Cu recubierta con dominios de grafeno en forma plana indican que sí hubo interacción entre el Cu y grafeno.

1.3. Teorías relacionadas al tema

1.3.1 Los microplásticos secundarios

Los microplásticos secundarios son partículas de plástico de un tamaño que va desde 1 nanómetro hasta los 5 milímetros y son originados por la erosión y degradación de los macroplásticos (National Oceanic And Atmospheric Administration, 2015). Aquellos que provienen de macroplásticos de baja densidad se pueden encontrar en la microcapa superficial de la columna de agua marina (Cole, 2011).

La revolución de los plásticos permitió nuevas aplicaciones y soluciones para la vida del ser humano, además se convirtió en el producto del siglo por sus innumerables usos y propiedades que posee como ser un aislante térmico y eléctrico (Rainer, 2016).

Tabla N° 1. Macroplásticos que producen la mayor cantidad de microplásticos secundarios

Acrónimo	Nombre Completo	Productos de Plástico
PET (PETE)	Polietileno tereftalato	Botellas de agua
PES	Poliéster	Ropa de poliéster
LDPE o PEBD	Polietileno de Baja Densidad	Bolsas de plástico
HDPE o PEAD	Polietileno de Alta Densidad	Botellas de detergente
PVC	Policloruro de Vinilo	Tuberías
PP	Polipropileno	Tapas de botellas
PS	Poliestireno	Envases de comida para llevar

Fuente: Propio: Basado en Rojo-Nieto y Montoto, 2017

1.3.1.1 Origen

Los microplásticos secundarios a diferencia de los primarios se originan por la degradación o fragmentación de los macroplásticos, una vez presentes en el medio marino, los macroplásticos sufren los efectos de la abrasión mecánica por parte de las olas y el viento, y se reducen hasta llegar a un tamaño invisible para los ojos (Naciones Unidas, 2016). El incremento de actividades como la agricultura y técnicas de riego avanzadas que tienen

como precursor al plástico, la pesca furtiva que deja las mallas en los mares olvidados, o simplemente por deshacerse de ellas cuando estas se deterioran, conforman el 10% de la basura marina, estas son las principales fuentes de microplásticos en el mar (Purca, 2017; Rojo-Nieto y Montoto, 2017).

1.3.1.2 Efectos en la biota marina

Los microplásticos presentes en la biota marina generan efectos adversos como perfiles eco toxicológicos para su mal desarrollo (Torres, 2016), al ser considerados menores a 5 mm, muchos de los microorganismos presentes en el mar lo confunden con alimento desencadenando así una serie de complicaciones tales como bloqueos del sistema digestivo, bioacumulación de materiales tóxicos (Acosta, 2014). En la década de los 60's, por primera vez fue identificado macroplásticos en el sistema digestivo de las aves marinas (Cole, 2011). El zooplancton se encuentra en uno de los niveles más bajos de la cadena trófica y se ha encontrado pruebas de la ingestión de microplásticos por estos organismos, dejando evidencia de cómo es que se bioacumula los micro y nanoplásticos por medio de la cadena trófica hasta llegar hasta el ser humano (Naciones Unidas, 2016).

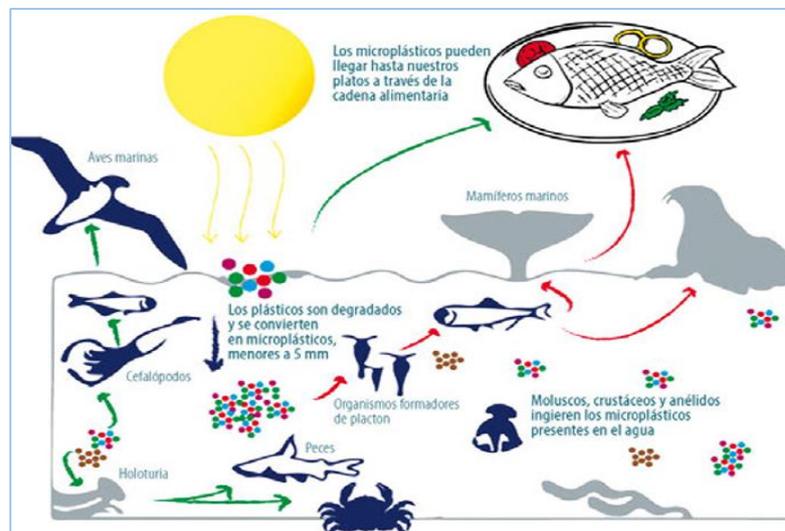


Figura N° 1: Los microplásticos en la biota marina

Fuente: Rojo-Nieto y Montoto, 2017.

1.3.1.3 Propiedades

a) Resistencia a la degradación

La resistencia a la degradación de los microplásticos secundarios puede ser vista desde varios factores importantes, ejemplo, el añadirle aditivos a los macroplásticos para aumentar su tiempo de vida útil y poder así eliminar pérdidas económicas para las empresas fabricantes (Acosta, 2014). Así también, la degradación se ralentiza en relación al desarrollo del *biofouling marino*, esto sucede cuando los microorganismos reposan sobre los microplásticos y obstruyen la luz incidente, absorbiéndola.

Añadiéndole el tema de la hidrofobia, característica propia de los microplásticos, su degradación disminuye cuando se encuentran en los mares. Pero existe un factor alentador, la radiación solar degrada a los plásticos y mientras más pequeños sean, disminuye su densidad aumentando la probabilidad de encontrarlo en las aguas superficiales y ser removido con más facilidad (Acosta, 2014), de este modo poder capturarlos y caracterizarlos con FTIR (Cabrera, 2018).

b) Absorción

Es la capacidad que tienen los compuestos orgánicos tóxicos presentes en el mar para adherirse a los microplásticos, y mientras más pequeños sean mayor será la absorción por parte de estos y a partir de ello pueden ser considerados como residuos peligrosos (Rainer, 2016). Además, se tiene prueba de la absorción de contaminantes orgánicos por parte de los microplásticos a base de $(C_2H_3Cl)_n$ PVC (Policloruro de Vinilo), $(C_2H_4)_n$ PE (Polietileno de Baja Densidad) y $(C_3H_6)_n$ PP (Polipropileno) (Rojo-Nieto y Montoto, 2017).

El porcentaje de absorción ayuda a que la degradación de los microplásticos secundarios se ralentice, un ejemplo claro sobre la absorción y emisión de contaminantes se visualiza al realizarse la inversión de las cargas de los materiales superpuestos en la superficie de los microplásticos, al ser ingeridos por algún organismo de la cadena trófica, esto por el cambio del pH de un aproximado de 8 a 3 (Acosta, 2014). Esto se basa en los resultados de analizar las tripas de *Nephrops Sp*, donde se encontró residuos de microplásticos a

causa de ingerir pescados contaminados con el mismo material, fibras plásticas (Cole, 2011).

c) Densidad

La densidad es una propiedad intensiva, que expresa una relación entre la masa y el volumen. Su unidad SI es kilogramo por metro cúbico kg/m^3 (Real Academia Española, 2019). Los microplásticos secundarios como bien se ha mencionado anteriormente provienen de los macroplásticos y conservan sus propiedades físicas y químicas. Los plásticos menos densos son los que se encuentran en la superficie de la columna de agua (Martínez, 2015).

Los tipos de plásticos a mencionar son de baja densidad y tienen una mayor producción a nivel mundial.

La densidad de los microplásticos secundarios varía dependiendo de la capacidad que posean para acumular a microorganismos marinos en su superficie, biofouling, de esta manera logra descender a las aguas no superficiales. Se encontraron registros de 7 mil huevos del género *Halobates*, este es un microorganismo con posibilidad de sobrevivir a mar abierto, encontrados adheridos al área de una botella plástica (Acosta, 2014).

1.3.2 El grafeno

El grafeno es un nanomaterial que se define como bidimensional porque su espesor es de tan solo un átomo de carbono, es una de las formas alotrópicas del carbono a la par con el grafito y el diamante (Graphenano, 2017). La realidad es que el grafeno viene a ser una de las capas del grafito, es una lámina monoatómica de carbono. Se puede considerar grafeno cuando tiene hasta un máximo de 10 capas monoatómicas, pasando este número se conoce como grafito lo cual se puede comprobar por medio la Espectroscopia Ramman (Shahriary y Athawale, 2015), se identifica el número de capas del grafeno por la relación de intensidad entre el pico de la banda G y 2D (Russell y Claridge, 2016).

Las aplicaciones en nanotecnología recaen en las propiedades del grafeno como su dureza, la resistencia a deformarse y romperse, por ser compuesto de un único material, el C, ser un material ligero que permite la utilidad dentro de los nanoelectros (Rodríguez, 2016). La ligereza del grafeno hace que un 1 m² tenga una masa de 0.77 mg. (Graphenano, 2017)

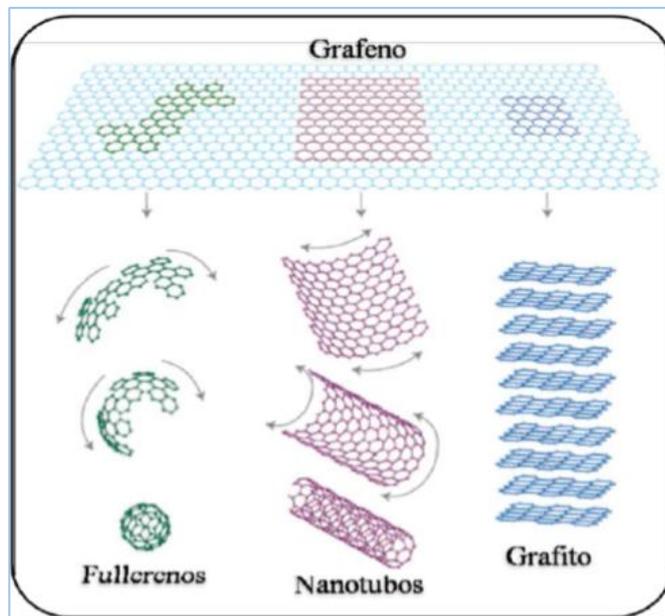


Figura N° 2: Representación del grafeno

Fuente: Graphenano, 2017

1.3.2.1 Obtención del grafeno

Existen distintos métodos para la obtención de grafeno y óxido de grafeno, entre ellos se tiene *Exfoliación Mecánica*, *Solución de Exfoliación*, *Deposición Química de Vapor*; solo por mencionar algunos de los métodos (Rodríguez, 2016).

La técnica de *Exfoliación Mecánica* no permite la producción de grafeno a gran escala porque imposibilita el control sobre el tamaño, orientación y grosor del grafeno, al consistir en pegar una especie de celo y “arrancar” las capas del grafito pirolítico (Rodríguez, 2016).

La técnica de *Solución de Exfoliación*, se aplica el método de Hummer, el cual consiste en oxidar el polvo de grafito con nitrato de sodio y ácido sulfúrico, paso siguiente se le añade permanganato de potasio y agua

desionizada y para finalizar agua oxigenada para liberarlo de impureza. Por último, se procede al tratamiento físico, se hace pasar la muestra por el sonicador que permite la interacción de los grupos funcionales OH y dando paso al Oxido de Grafeno Reducido (Rodríguez, 2016).

A continuación, las técnicas utilizadas en este trabajo de investigación.

El Método de Hummer Modificado

La técnica de Hummer se basa en la oxidación y reducción del grafito, utilizando nitratos altamente oxidantes para producir oxido de grafito y ácidos concentrados para su reducción. Para este caso se utiliza nitrato de amonio para la oxidación y ácido clorhídrico para la reducción al igual que otros compuestos como el H_2O_2 y “*agua oxigenada*”.

Deposición Química de Vapor Potenciada con Plasma de Microondas

Para este método se necesita un microondas, con una potencia de 1600 W, bomba de vacío con una velocidad de ½ HP, que sirve para eliminar el vacío del ambiente donde se realizará el grafeno a partir de óxido de grafeno y unirlo mediante válvulas; el más común a usar es la lámina de Cu.

El proceso de síntesis y transferencia se precisa en el tiempo dependiendo de los catalizadores, se puede usar Ni o Cu, de utilizar Ni, se trabaja a presión de ambiente y su desventaja es que necesita un proceso extra. Utilizando el cobre se obtiene el grafeno con la técnica de MPECVD (Rodríguez, 2016).

1.3.2.2 Propiedades

El grafeno es un material nuevo, muy parecido a los que se conocen actualmente, similar a los plásticos, pero es mejor conductor térmico y eléctrico comparado con otro metal. Tal cual, tiene el comportamiento de una lámina elástica y permeable (Ferrari, 2015).

a) Permeabilidad

La permeabilidad de un material es la capacidad que poseen para dejar pasar fluidos por su estructura sin dañarla. En el caso del grafeno, este

permite el paso del agua, pero no de otros materiales micro y nano (Rodríguez, 2016).

b) Conductividad eléctrica

Es la cualidad que le permite a los cuerpos conducir electricidad (Real Academia Española, 2019). La estructura hexagonal del grafeno y bidimensional, le permite que sus electrones se transporten por todo el espacio de la lámina como si no tuvieran masa, lo cual ayuda para la inserción de este material en productos electrónicos (Rodríguez, 2016).

c) Conductividad térmica

Es la cualidad que le permite a los cuerpos conducir calor (Real Academia Española, 2019). La conductividad térmica del grafeno asciende desde los 2000 hasta los 5300 K.m/W, su excelente conductividad térmica se debe a la velocidad de los fonones acústicos que presenta el grafeno, lo cual es común pues los fonones se encuentran en las redes de los materiales cristalizados (Ferrari, 2015).

1.3.3 Filtro Textil

Es un filtro hecho a base de 20% de Polietileno y 83% de Poliéster. Al cual se le transferirá foto térmicamente el grafeno. Se le conoce comúnmente como “paños yes”.

1.4. Formulación del problema

1.4.1 Formulación del problema general

¿Cuál es el porcentaje de reducción de microplásticos secundarios en la superficie de agua marina a través del grafeno a nivel laboratorio?

1.4.2 Formulación de los problemas específicos

a) ¿Qué porcentaje de microplásticos secundarios menores a 5 mm son reducidos a través del grafeno en agua superficial marina a nivel laboratorio?

b) ¿Qué porcentaje de microplásticos secundarios menores a 1 mm son reducidos a través del grafeno en agua superficial marina a nivel laboratorio?

1.5. Justificación del estudio

La contaminación por microplásticos presentes en el mar genera la necesidad de reducirlos por los efectos que producen al ser ingeridos por los microorganismos marinos. El tamaño que poseen y la absorción toxica que tienen por los Compuestos Orgánicos Persistentes (COP), produce efectos que pueden llegar hasta la muerte de los seres vivos que se encuentran en superficie de las aguas marinas, de esta manera aumentando su persistencia en el ambiente. Como se ha mencionado anteriormente la capacidad de los microplásticos de transportarse por el medio de la cadena trófica hasta llegar a los humanos y se instala en los intestinos, liberando sus componentes tóxicos. Lo que se logrará es la reducción de los microplásticos secundarios con ello mejorar la calidad de vida de las personas, evitando futuras enfermedades.

1.6. Hipótesis

1.6.1 Hipótesis General

Hi: Es posible reducir microplásticos secundarios a través del grafeno en agua superficial marina a nivel laboratorio.

1.6.2 Hipótesis específicas

a) Hi: Es posible reducir microplásticos secundarios menor a 5 mm a través del grafeno en agua superficial marina a nivel laboratorio.

b) Hi: Es posible reducir microplásticos secundarios menor a 1 mm a través del grafeno en agua superficial marina a nivel laboratorio.

1.7. Objetivos

1.7.1 Objetivo General

Reducir los microplásticos secundarios en la superficie de agua marina a través del grafeno a nivel laboratorio.

1.7.2 Objetivos específicos:

- a. Determinar qué porcentaje de microplásticos secundarios menores a 5 mm son reducidos a través del grafeno en agua superficial marina a nivel laboratorio.
- b. Determinar qué porcentaje de microplásticos secundarios menores a 1 mm son reducidos a través del grafeno en agua superficial marina a nivel laboratorio.

II. MÉTODO

2.1. Tipo y Diseño de investigación

2.1.1 Tipo de Investigación

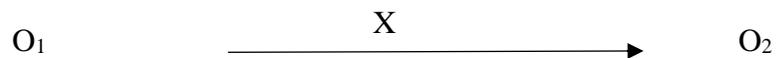
El tipo de investigación es aplicada. Para Lozada (2014), dicha investigación es aquella que genera nueva información a partir de la aplicación directa de los conocimientos previos, aquellos que son generados en la investigación básica.

Como conocimiento previo se tiene las propiedades del nuevo material del futuro, el grafeno, en base a las referencias se obtendrá un filtro a base de polietileno y grafeno.

2.1.2 Diseño de Investigación

El diseño de la investigación es:

Esquema:
Donde:



O₁ Agua marina superficial contaminada con microplásticos secundarios.

X Tratamiento en base a la eficiencia del Grafeno (G).

O₂ Reducción de microplásticos en agua marina a nivel laboratorio.

Fuente: Propia, 2018.

2.2 Variables y Operacionalización

Tabla 2: Matriz Operacional.

VARIABLES	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala / Unidad
Microplásticos secundarios en agua marina VD	Los microplásticos secundarios son partículas de plástico de un tamaño que va desde 1 nanómetro hasta los 5 milímetros y son originados por la erosión y degradación de los macroplásticos (NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION, 2015).	Se refiere a los residuos sólidos provenientes de los macroplásticos con un tamaño mili, micro y manométrico, el cual será medido antes y después de hacer los tratamientos con el filtro de grafeno con un diámetro de 5 cm.	Propiedades Físicas del Microplástico	Peso	gr
				Color de microplásticos secundario	NE
				Tamaño de los microplásticos secundarios	mm
			Propiedades Físicoquímicas del Agua	Salinidad	ppm
				Conductividad Eléctrica	g/L
				Potencial de Hidrógeno	pH
				Temperatura	T
				Sólidos Totales Disueltos	µS
			Grafeno VI	El grafeno es un nanomaterial que se define como bidimensional porque su espesor es de tan solo un átomo de carbono, es una de las formas alotrópicas del carbono al igual que el grafito y el diamante (Graphenano,2017)	El grafeno es un nuevo material permeable que hace que deje pasar las moléculas de H ₂ O mas no otros elementos micro y será evaluado por el porcentaje de reducción de los microplásticos, presentes en la superficie de agua marina. (Rodríguez, 2016, p. 10).
Peso	g				
Tiempo CVD en minutos	(10,15,20)				

2.3. Población, muestra y muestreo

2.3.1 Población

La población para el trabajo de investigación son los metros cúbicos (m^3) que abarca de aguas marinas superficiales de la playa “Carpayo”.

La playa Carpayo se encuentra en el distrito de Ventanilla, provincia Callao, Perú.

Con ubicación GPS:

Latitud: -12.0672 Longitud: -77.1511

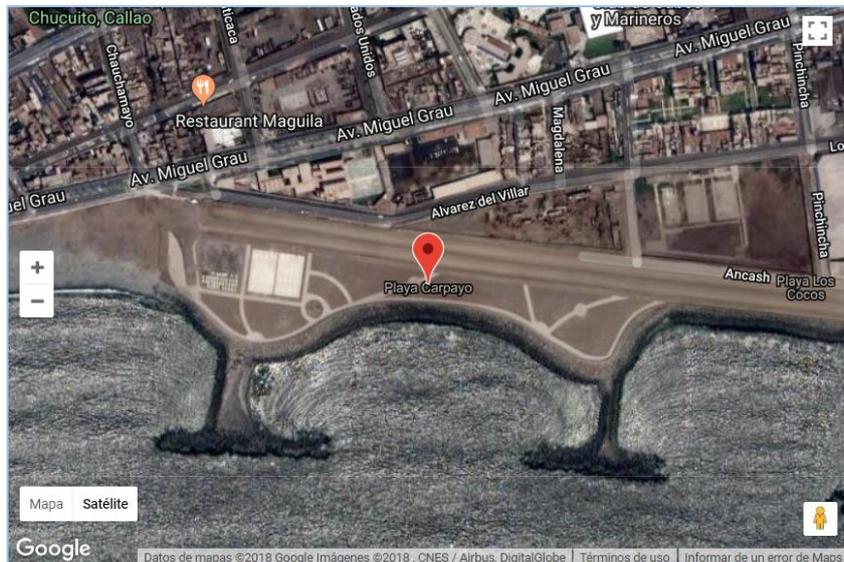


Figura N° 3: Localización de la población

Fuente: Google Maps

2.3.2 Muestra

Se tomaron 9 muestras de agua marina en un periodo de 1 hora, para realizar su caracterización antes y después de cada tratamiento. Cada muestra tuvo un volumen de 200 mL, en total se recaudará 3 muestras por cada estación siendo un total de 1800 mL, tres estaciones.

2.3.3 Muestreo

El tipo de muestreo que se usó es el probabilístico, específicamente el Muestreo por Grupos o Conglomerados. Para aplicar este diseño, se precisa que la población esté dividida en subpoblaciones, conglomerados, que no se oculten.

Se selecciona una muestra probabilística de conglomerados y se mide la variable de interés en todos los individuos de los conglomerados elegidos.

Primero se eligieron 3 puntos con un diámetro de 10 metros, luego se redujo a 5 metros, y es ahí donde se tomaron las tres muestras por punto. Se realizó el monitoreo de las 9 muestras recolectadas, parámetros a medir: pH, conductividad eléctrica y temperatura, de cada una de las muestras y cuando fueron homogenizadas se analizó Salinidad, Sólidos Totales Disueltos, pH, Conductividad eléctrica y T°.

2.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos, Validez y Confiabilidad

2.4.1 Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

Tabla N° 3: Tecnicas e instrumentación por etapas

Etapa	Fuente	Técnica	Instrumento	Resultado
Toma de Muestra	Agua de Mar	Experimentación	Instrumento 1 – Ficha Toma de Muestra	Desarrollado
Muestreo	Agua de Mar	Experimentación	Instrumento 2 – Cadena de Custodia	Desarrollado
Caracterización Antes del Tratamiento	Microplásticos	Analisis	Instrumento 3 - Ficha de Caracterización	Desarrollado
Tratamiento	Grafeno	Experimentación	Análisis Ramman	Desarrollado
Caracterización Después del Tratamiento	Microplásticos	Analisis	Instrumento 3 - Ficha de Caracterización	Desarrollado

Fuente: Propia

Etapa 1: Toma de Muestra

1. Se tomaron 3 muestras de cada una de las estaciones P1, P2 y P3. Cada una fue recolectada en un envase de vidrio de 200 mL. En total los 9 envases fueron colocados en un culer donde se mantuvo la temperatura con la ayuda de un gel.

Etapa 2: Muestreo

1. Se llevó a laboratorio para su respectivo análisis en un transcurso no más de 4 H. Consistió en tomar los datos de los siguientes parámetros: pH, conductividad eléctrica y T° a las 9 muestras y cuando ya fueron homogenizadas por estación, se tomaron los siguientes parámetros: pH, conductividad eléctrica, solidos totales disueltos, salinidad y T°.
2. Después de ser homogenizadas las 9 muestras, tres muestras por estación, se separó 80 mL de cada de las estaciones para su primera caracterización, que fue referencia para evaluar la eficiencia del grafeno. El cual consistió en tomar los datos de los parámetros: pH, conductividad eléctrica, solidos totales disueltos, salinidad y T°.

Etapa 3: Caracterización antes del tratamiento

1. La primera caracterización fue con papel filtro de laboratorio de 41 con ayuda de una bomba de vacío y se evaluaron los parámetros mencionados antes y después de la filtración. Los resultados fueron referenciales para la caracterización de residuos plásticos en adelante.

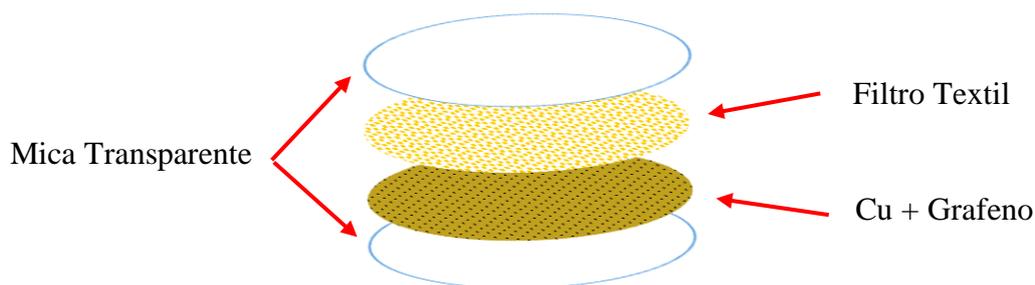
Etapa 4: Tratamiento

1. Para el proceso de tratamiento se utilizó el extractor de vacío de la marca Rocker modelo 300-LF 30, de modo que se evaluaron las condiciones fisicoquímicas de la muestra de agua marina antes y después del tratamiento y la caracterización de los residuos plásticos.

2. Se trabajó con grafito natural obtenido desde una fundición de hierro. El mismo que fue usado para la síntesis de grafeno.
3. Luego pasó por un proceso de oxidación donde se utilizó nitrato de amonio 1M para oxidarlo, la preparación de la solución fue utilizando 250 mL de agua destilada y 33 gr. de nitrato de amonio.
4. Para homogenizar la solución se agitó en el agitador magnético de la marca DLAB modelo MS7-H550-PRO a 1100 RPM durante 45 minutos.
5. Una vez conseguida la solución de nitrato de amonio 1M, se le añadió el grafito natural en relación de 5:1, es decir 250 mL de la solución de nitrato de amonio y 50 gr de grafito natural, y de igual forma fue colocado en el agitador magnético de la marca DLAB modelo MS7-H550-PRO a 1100 RPM, esta vez durante 60 min.
6. Obtenida la solución de nitrato de amonio y grafito, se sometió a un proceso de sonicación utilizando el Limpiador Ultrasónico de marca BAKU modelo BK-2000 que tiene un volumen de 3L, después de 2 H y a una temperatura de 40°C, se obtuvo óxido de grafito.
7. Del paso anterior se dejó reposar durante 1 H y después se limpió los oxidantes en exceso con 300 mL de agua destilada y se le agregó 500 mL de H₂O₂ al 10%, para la eliminación de los gases y partículas que se forman.
8. Para obtener el sólido de impurezas, primero se filtró al vacío utilizando papel filtro N° 41, que retiene partículas de 20-25 µm, usando el extractor de vacío de la marca Rocker modelo 300 LF 30.
9. La solución resultante de la filtración se mezcla con una solución de HCl, 150 mL de agua destilada y 25 mL de HCl al 30%, para obtener así óxido de grafeno, se hacen dos repeticiones para asegurar las propiedades del grafeno.

10. Para obtener óxido de grafeno, se filtró al vacío utilizando papel filtro N° 41, que retiene partículas de 20-25 μm , usando el extractor de vacío de la marca Rocker modelo 300 LF 30 y se procede con la siguiente técnica.
11. Del proceso anterior se obtuvo óxido de grafeno húmedo en el papel filtro, para obtener óxido de grafeno en polvo se dejó secar a temperatura ambiente por 3 H y luego en una estufa por 14 H a 60 °C.
12. Luego se retiró el papel filtro con el grafeno para proceder con el pesado del producto sintetizado, terminado el pesado, se colocó en un recipiente hermético 0.06 gr para generar grafeno de 10 minutos, esta vez se colocó también la lámina de Cu de 5 cm de diámetro, y se usó la bomba de vacío de la marca Value modelo VE245ND para crear el ambiente de vacío en el táper hermético a una presión de 1 Torr por 2 H, unido por una manguera resistente a la presión y una válvula y un manómetro.
13. Luego se colocó en el microondas de la marca Samsung, de una potencia de 1600 W, junto a una taza con agua, en el táper hermético se produjo plasma y el desprendimiento de las partículas de grafeno.
14. Pasando 10 minutos se observó plasma, lo que indica que se había obtenido grafeno superpuesto al Cu.
15. Para realizar grafeno de 15 y 20 minutos se realizó el mismo procedimiento, se colocarán 0.13 y 0.18 gr de óxido de grafeno respectivamente.
16. Para reutilizar los elementos usados como la lámina de Cu, se decidió no eliminar el Cu diluyendo con ácido, sino por efecto termocapilar traspasar el grafeno superpuesto en la lámina de Cu hacia el filtro a base de polietileno utilizando un sellador de micas.
17. Para el paso anterior se usó un sellador de micas o “enmicador” de la marca ALE ya que ofrece la posibilidad de brindar calor sin alterar el producto sintetizado, grafeno.

Diseño de las partes del filtro:



Etapa 5: Caracterización después del tratamiento

1. El resto de la muestra obtenida inicialmente se analiza en esta etapa del proceso.
2. Obtenido el grafeno de 10, 15 y 20 minutos de CVD, se hizo filtrar al vacío 80 mL por el filtro sin grafeno, 80 mL por el filtro con 10 minutos de CVD de grafeno, 80 mL por el filtro con 15 minutos de CVD de grafeno y 80 mL por el filtro con 20 minutos de CVD de grafeno. Todo esto de la estación P1 y así repetir con la estación P2 y P3. El procedimiento se encuentra en las etapas descritas.

Tabla 4: Tratamiento de la muestra colectada.

Muestra	Estación P1	Estación P2	Estación P3	Resultado
80 mL	Análisis Preliminares			Total 3 Caracterizaciones
80 mL	Primer Tratamiento: Filtro Sin Grafeno			Total 3 Caracterizaciones
80 mL	Segundo Tratamiento: Filtro + 10 minutos de CVD de grafeno			Total 3 Caracterizaciones
80 mL	Tercer Tratamiento: Filtro + 15 minutos de CVD de grafeno			Total 3 Caracterizaciones
80 mL	Cuarto Tratamiento: Filtro + 20 minutos de CVD de grafeno			Total 3 Caracterizaciones

Fuente: Propia.

3. Para hacer notar la diferencia y eficiencia del grafeno se comparó con los resultados de hacer transitar con la ayuda del extractor de vacío hacia los filtros que no tienen grafeno.
4. Se hará la caracterización antes y después de cada proceso y se procederá a comparar los resultados de ambas caracterizaciones.

2.4.2 Validez de Contenido

Tabla 5: Validez de los instrumentos

Instrumento	Ing. Geólogo Laureano Valentin Gaudencio	Magister Valencia Zanhy Leonor	Magister Reyes Guere Salazar Fiorella Vanessa	Válido
Instrumento 1	95 %	90 %	80%	Si
Instrumento 2	95 %	90 %	80%	Si
Instrumento 3	95 %	90 %	80%	Si
Promedio de Validez	95 %	90 %	80%	88.3%

Fuente: Propia

2.4.3 Confiabilidad

Con el objetivo de analizar la concordancia entre los resultados obtenidos en las diferentes aplicaciones de los instrumentos se procede a evaluar su confiabilidad con *Alfa de Cronbach*, por poseer variables cuantitativas.

Tabla N° 6: Valores para interpretar el coeficiente de Alfa de Cronbach.

Valores de Alfa	Interpretación
0.90 – 1.00	Se califica como elevada confiabilidad.
0.80 – 0.89	Se califica como aceptable confiabilidad.
0.70 – 0.79	Se califica como regular confiabilidad.
0.60 – 0.69	Se califica como baja confiabilidad.
0.50 – 0.59	Se califica como muy baja confiabilidad.
< 0.50	Se califica como nada confiable.

Fuente: Repositorio Universidad Cesar Vallejo

Tabla N° 7: Confiabilidad Instrumento 1

Alfa de Cronbach	Número de elementos
0,869	10

Fuente: Elaboración propia

El Instrumento 1 se califica con una confiabilidad aceptable.

Donde: $\alpha = 0,869$

Tabla N° 8: Confiabilidad Instrumento 2

Alfa de Cronbach	N de elementos
0,790	10

Fuente: Elaboración propia

El Instrumento 2 se califica con una confiabilidad regular.

Donde: $\alpha = 0,790$

Tabla N° 9: Confiabilidad Instrumento 3

Alfa de Cronbach	N de elementos
0,965	10

Fuente: Elaboración propia

El Instrumento 3 se califica con una confiabilidad aceptable.

Donde: $\alpha = 0,965$

2.5. Métodos de análisis de datos

Con el objetivo de dar respuesta a las preguntas de la investigación, objetivos e hipótesis; con un análisis inferencial paramétrico. Los resultados descriptivos serán analizados mediante las pruebas estadísticas Shapiro-Wilk para la prueba de normalidad, Estadístico de Levene para la prueba de homogeneidad de varianzas y ANOVA para la prueba de hipótesis.

2.6. Aspectos éticos

- ✓ Los datos recolectados en esta investigación son totalmente verdaderos, cuyos instrumentos de recolección de datos fueron validados por docentes calificados. A través de esta investigación se busca una reducción a los microplásticos

secundarios sobre la superficie marina permitiendo una mejora en la fauna marina.

- ✓ Por otro lado esta investigación se realiza para fines educativos; asimismo se espera que pueda contribuir a estudios superiores.

III. RESULTADOS

3.1 RESULTADOS DEL TRATAMIENTO

En este punto de la investigación se muestran los resultados obtenidos de cada etapa del proceso, desde los datos tomados en la muestra inicial y después de cada tratamiento hasta la caracterización de los microplásticos.

3.1.1 Antes del tratamiento

Tabla N° 10: Hora de toma de muestras.

	M1 de P1	M2 de P1	M3 de P1	M4 de P2	M5 de P2	M6 de P2	M7 de P3	M8 de P3	M9 de P3
Hora	9:40 am	10:00 am	10:20 am	9:40 am	10:00 am	10:20 am	9:40 am	10:00 am	10:20 am

Fuente: Propia

En la tabla N° 10 se muestra el resumen de la hora exacta en la que fueron tomadas las muestras en las tres estaciones de la playa Carpayo.

Los análisis de los parámetros fisicoquímicos se tomaron en el laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo, se homogenizaron las tres muestras de cada una de las tres estaciones para su próximo tratamiento. Para la toma de datos de la Temperatura y pH de las muestras se utilizó el Multiparametro de la marca HANNA modelo Hi2020. Para los resultados de Salinidad, Conductividad Eléctrica y Sólidos Totales Disueltos se utilizó el Conductímetro de la marca HANNA.

De cada una de las 3 estaciones se tomó una muestra referencial de 80 mL para medir los parámetros fisicoquímicos y para la caracterización de microplásticos se hace una filtración al vacío con papel filtro N° 41 y obtener así los residuos.

3.1.2 Análisis Preliminares

Los análisis preliminares se realizaron con el fin de compararlos con los resultados tomados después de cada tratamiento. Cada punto de estación se evalúa en base a su resultado inicial, al cual no se le ha aplicado ningún tratamiento. A continuación los datos iniciales por cada parámetro:

Tabla N° 11: Resumen de datos iniciales de Salinidad.

TRATAMIENTO	ESTACIÓN	INICIAL (ppm)
T1	P1	32000
	P2	20000
	P3	7000
T2	P1	32000
	P2	19000
	P3	8000
T3	P1	33000
	P2	20000
	P3	8000
T4	P1	32000
	P2	19000
	P3	8000

Fuente: Propia

En la tabla N° 11 se muestra el resumen de los datos iniciales de salinidad en ppm tomados en cada punto de estación, siendo 33000 ppm y 7000 ppm el mayor y menor dato obtenido respectivamente.

Tabla N° 12: Resumen de datos iniciales de pH.

TRATAMIENTO	ESTACIÓN	INICIAL
T1	P1	7.01
	P2	7.13
	P3	7.12
T2	P1	7.01
	P2	7.12
	P3	7.01
T3	P1	7.02
	P2	7.12
	P3	7.02
T4	P1	7.01
	P2	7.10
	P3	7.02

Fuente: Propia

En la tabla N° 12 se muestra el resumen de los datos iniciales de pH tomados en cada punto de estación, siendo 7.13 y 7.01 el mayor y menor dato obtenido respectivamente.

Tabla N° 13: Resumen de datos iniciales de Sólidos Totales Disueltos.

TRATAMIENTO	ESTACIÓN	INICIAL (g/L)
T1	P1	26.40
	P2	25.70
	P3	25.70
T2	P1	26.60
	P2	25.90
	P3	25.70
T3	P1	26.40
	P2	25.90
	P3	25.90
T4	P1	26.20
	P2	25.70
	P3	25.90

Fuente: Propia

En la tabla N° 13 se muestra el resumen de los datos iniciales de sólidos totales disueltos en g/L tomados en cada punto de estación, siendo 26.60 g/L y 25.70 g/L el mayor y menor dato obtenido respectivamente.

Tabla N° 14: Resumen de datos iniciales de Conductividad Eléctrica.

TRATAMIENTO	ESTACIÓN	INICIAL (μ S)
T1	P1	52700
	P2	52000
	P3	51500
T2	P1	52600
	P2	52100
	P3	52000
T3	P1	52700
	P2	52000
	P3	51000
T4	P1	52600
	P2	51500
	P3	52000

Fuente: Propia

En la tabla N° 14 se muestra el resumen de los datos iniciales de conductividad eléctrica en μS tomados en cada punto de estación, siendo 52700 μS y 51000 μS el mayor y menor dato obtenido respectivamente.

Tabla N° 15: Resumen de datos iniciales de Microplásticos menores a 1mm.

TRATAMIENTO	ESTACIÓN	INICIAL (unidad)	COLOR (mayoría)
T1	P1	6	gris
	P2	4	gris
	P3	8	gris
T2	P1	5	verde
	P2	4	gris
	P3	6	gris
T3	P1	6	gris
	P2	5	verde
	P3	8	gris
T4	P1	6	gris
	P2	5	verde
	P3	8	gris

Fuente: Propia

En la tabla N° 15 se muestra el resumen de los datos iniciales de microplásticos menores a 1 mm tomados en cada punto de estación en donde se obtuvieron un máximo de 8 y un mínimo de 4 microplásticos, caracterizados por su color.

Tabla N° 16: Resumen de datos iniciales de Microplásticos menores a 5 mm.

TRATAMIENTO	ESTACIÓN	INICIAL (unidad)	COLOR (mayoría)
T1	P1	3	gris
	P2	4	gris
	P3	2	gris
T2	P1	3	verde
	P2	4	gris
	P3	2	gris
T3	P1	3	gris
	P2	4	verde
	P3	3	gris
T4	P1	3	gris
	P2	3	verde
	P3	3	gris

Fuente: Propia

En la tabla N° 16 se muestra el resumen de los datos iniciales de microplásticos menores a 5 mm tomados en cada punto de estación en donde se obtuvieron un máximo de 4 y un mínimo de 2 microplásticos, caracterizados por su color.

3.1.3 Tratamiento

En la etapa del tratamiento, se evaluará la eficiencia del uso de grafeno a nivel laboratorio. Para notar sus resultados se harán 3 repeticiones por cada evaluación.

3.1.3.1 Primer Tratamiento

A continuación, los resultados de salinidad, sólidos totales disueltos, pH, conductividad eléctrica y T°, de las 3 estaciones tomadas como referencia para la toma de muestra haciendo la filtración con un filtro hecho con un 20% de polietileno. La muestra tomada fue de 80 mL por estación.

Tabla N° 17: Resultados de los análisis del primer tratamiento tomados después de la filtración.

Estación	Salinidad (en ppm)	Sólidos Totales Disueltos (en g/L)	pH	Conductividad Eléctrica (en μ S)	Temperatura (en °C)
P1	29 000	23.2	6.84	52600	24.6
P2	16 000	23.9	6.97	51800	24
P3	2 000	23.6	7.12	51400	24
Promedio	15 700	23.57	6.98	51933.33	24.20

Fuente: Propia

De la Tabla N° 17 se infiere que el promedio de salinidad en las tres estaciones es de 15 700 ppm, el promedio de los sólidos totales disueltos 23.57 g/L, el de pH fue 6.98, en la conductividad eléctrica 51933.3 μ S y en temperatura se tiene 24.20 °C.

También se muestra la segunda caracterización de microplásticos, tomando los restos que quedan de la filtración, de la muestra representativa de 80 mL de cada una de las estaciones.

Tabla N° 18: Caracterización de residuos plásticos del primer tratamiento.

Estación	Tamaño de microplásticos		Color de microplásticos (mayoría)
	Menor a 5 mm (unid)	Menor a 1 mm (unid)	
P1	3	1	gris
P2	1	1	gris
P3	1	0	gris
Total	5	2	

Fuente: Propia

De la Tabla N° 18, la cantidad total de microplásticos menor a 5 mm es 5 y la cantidad total de microplásticos menor a 1 mm es 2. Fue en la estación p1 donde se encontró el mayor numero de microplásticos.

3.1.3.2 Segundo Tratamiento

A continuación, los resultados de salinidad, sólidos totales disueltos, pH, conductividad eléctrica y T°, de las 3 estaciones tomadas como referencia para la toma de muestra haciendo la filtración con el filtro 20% de polietileno con 10 minutos de CVD de grafeno. La muestra tomada fue de 80 mL por estación.

Tabla N° 19: Resultados de los análisis del segundo tratamiento tomados después de la filtración.

Estación	Salinidad (en ppm)	Sólidos Totales Disueltos (en g/L)	pH	Conductividad Eléctrica (en μ S)	Temperatura (en °C)
P1	26 000	15	6.8	34500	24
P2	10 000	14.7	6.99	34100	24
P3	5 000	14.9	6.94	34000	24
Promedio	13 700	14.87	6.91	34200.00	24.00

Fuente: Propia

De la Tabla N° 19 se infiere que el promedio de salinidad en las tres estaciones es de 13 700 ppm, el promedio de los sólidos totales disueltos 14.87 g/L, el de pH fue 6.91, en la conductividad eléctrica 34200 μ S y en temperatura se tiene 24.0 °C.

También se muestra la tercera caracterización de microplásticos, tomando los restos que quedan de la filtración, de la muestra representativa de 80 mL de cada una de las estaciones.

Tabla N° 20: Caracterización de residuos plásticos del segundo tratamiento.

Estación	Tamaño de microplásticos		Color de microplásticos (mayoría)
	Menor a 5 mm (unid)	Menor a 1 mm (unid)	
P1	3	2	gris
P2	1	3	gris
P3	1	1	gris
Total	5	6	

Fuente: Propia

De la Tabla N° 20, la cantidad total de microplásticos menor a 5 mm es 5 y la cantidad total de microplásticos menor a 1 mm es 6. Fue en la estación p1 y p2 donde se encontró el mayor numero de microplásticos menor a 5 mm y 1 mm respectivamente.

3.1.3.3 Tercer Tratamiento

A continuación, los resultados de salinidad, solidos totales disueltos, pH, conductividad eléctrica y T°, de las 3 estaciones tomadas como referencia para la toma de muestra haciendo la filtración con un filtro 20% de polietileno con 15 minutos de CVD de grafeno. La muestra tomada fue de 80 mL por estación.

Tabla N° 21: Resultados de los análisis del tercer tratamiento tomados después de la filtración.

Estación	Salinidad (en ppm)	Sólidos Totales Disueltos (en g/L)	pH	Conductividad Eléctrica (en μ S)	Temperatura (en °C)
P1	10 500	12.2	7.01	31000	23
P2	4 000	13.7	7.04	31000	24
P3	3 000	13	7.00	31100	23
Promedio	5 800	12.97	7.02	31033.33	23.33

Fuente: Propia

De la Tabla N° 21 se infiere que el promedio de salinidad en las tres estaciones

es de 5 800 ppm, el promedio de los sólidos totales disueltos 12.97 g/L, el de pH fue 7.02, en la conductividad eléctrica 31033.33 μ S y en temperatura se tiene 23.33 °C.

También se muestra la cuarta caracterización de microplásticos, tomando los restos que quedan de la filtración, de la muestra representativa de 80 mL de cada una de las estaciones.

Tabla N° 22: Caracterización de residuos plásticos del tercer tratamiento.

Estación	Tamaño de microplásticos		Color de microplásticos (mayoría)
	Menor a 5 mm (unid)	Menor a 1 mm (unid)	
P1	3	6	gris
P2	4	4	gris
P3	3	8	gris
Total	10	18	

Fuente: Propia

De la Tabla N° 22, la cantidad total de microplásticos menor a 5 mm es 10 y la cantidad y la cantidad total de microplásticos menor a 1 mm es 18. Fue en la estación p2 y p3 donde se encontró el mayor numero de microplásticos menor a 5 mm y 1 mm respectivamente.

3.1.3.4 Cuarto Tratamiento

A continuación, los resultados de salinidad, solidos totales disueltos, pH, conductividad eléctrica y T°, de las 3 estaciones tomadas como referencia para la toma de muestra haciendo la filtración con un filtro 20% de polietileno con 20 minutos de CVD de grafeno. La muestra tomada fue de 80 mL por estación.

Tabla N° 23: Resultados de los análisis del cuarto tratamiento tomados después de la filtración.

Estación	Salinidad (en ppm)	Solidos Totales Disueltos	pH	Conductividad	Temperatura
P1	15 800	15.5	6.87	35500	24
P2	7 000	15	6.99	35900	23

P3	5 000	15.1	6.98	35000	23
Promedio	9 300	15.20	6.95	35466.67	23.33

Fuente: Propia

De la Tabla N° 23 se infiere que el promedio de salinidad en las tres estaciones es de 9 300 ppm, el promedio de los sólidos totales disueltos 15.20 g/L, el de pH fue 6.95, en la conductividad eléctrica 35466.67 μ S y en temperatura se tiene 23.33 °C.

También se muestra la tercera caracterización de microplásticos, tomando los restos que quedan de la filtración, de la muestra representativa de 80 mL de cada una de las estaciones.

Tabla N° 24: Caracterización de residuos plásticos del cuarto tratamiento.

Estación	Tamaño de microplásticos		Color de microplásticos (mayoría)
	Menor a 5 mm (unid)	Menor a 1 mm (unid)	
P1	3	5	gris
P2	1	4	gris
P3	2	6	gris
Total	6	15	

Fuente: Propia

De la Tabla N° 24, la cantidad total de microplásticos menor a 5 mm es 6 y la cantidad y la cantidad total de microplásticos menor a 1 mm es 15. Fue en la estación p1 y p3 donde se encontró el mayor numero de microplásticos menor a 5 mm y 1 mm respectivamente.

3.2 RESULTADOS POR PARÁMETRO

3.2.1 Salinidad

Tabla N°25: Resumen de resultados de Salinidad en partes por millón del primer tratamiento.

Estaciones	Inicial	T1	Reducción
P1	32000	29000	9%
P2	20000	16000	20%
P3	7000	2000	71%

Fórmula:

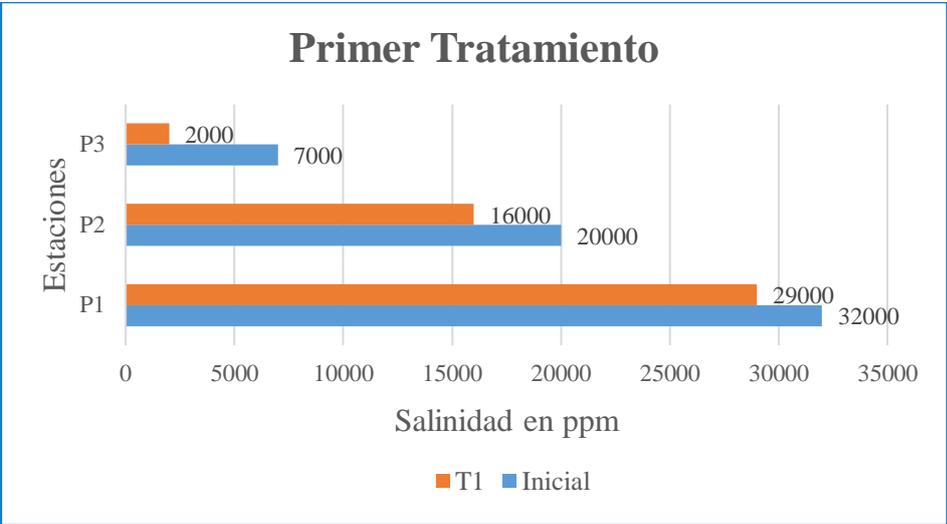
$$\frac{((\text{inicial}-T1))/\text{inicial}}{100} * 100\%$$

Promedio	34%
----------	-----

Fuente: Propia

De la Tabla N° 25 se obtienen los datos para el porcentaje de reducción de la salinidad del primer tratamiento para la obtención de los siguientes gráficos. Se observa que el mayor porcentaje de reducción en el primer tratamiento fue de 71% y el menor fue de 9%, pertenecientes a la estación P3 y P1 respectivamente, el promedio de la reducción de la Salinidad para el primer tratamiento es de 34%.

Figura N° 4: Reducción de Salinidad en el Primer Tratamiento.



Fuente: Propia

En la Figura N° 04 se observa gráficamente la reducción del parámetro salinidad en el primer tratamiento, los mejores resultados fueron para la estación P3.

Tabla N°26: Resumen de resultados de Salinidad en partes por millón del segundo tratamiento.

Estaciones	Inicial	T2	Reducción
P1	32000	26000	19%
P2	19000	10000	47%
P3	8000	5000	38%
Promedio			35%

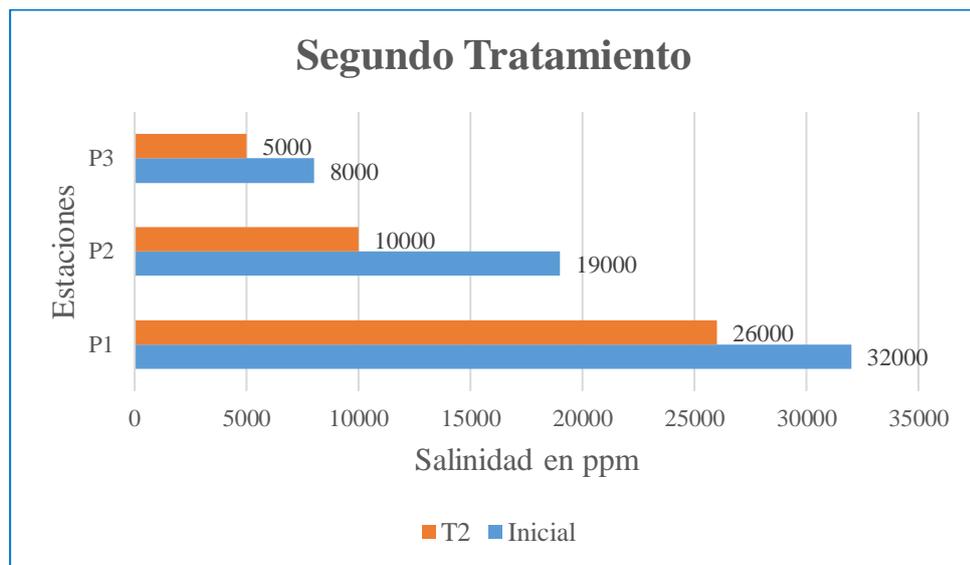
Fuente: Propia

Formula:

$$((\text{inicial}-T2)/\text{inicial}) * 100\%$$

De la Tabla N° 26 se obtienen los datos para el porcentaje de reducción de la salinidad del segundo tratamiento para la obtención de los siguientes gráficos. Se observa que el mayor porcentaje de reducción en el segundo tratamiento fue de 47% y el menor fue de 19%, pertenecientes a la estación P2 y P1 respectivamente, el promedio de la reducción de la Salinidad para el segundo tratamiento es de 35%.

Figura N° 5: Reducción de Salinidad en el Segundo Tratamiento.



Fuente: Propia

En la Figura N° 05 se observa gráficamente la reducción del parámetro salinidad en el segundo tratamiento, los mejores resultados fueron para la estación P2.

Tabla N°27: Resumen de resultados de Salinidad en partes por millón del tercer tratamiento.

Estaciones	Inicial	T3	Reducción
P1	33000	10500	68%
P2	20000	4000	80%
P3	8000	3000	63%
Promedio			70%

Formula:

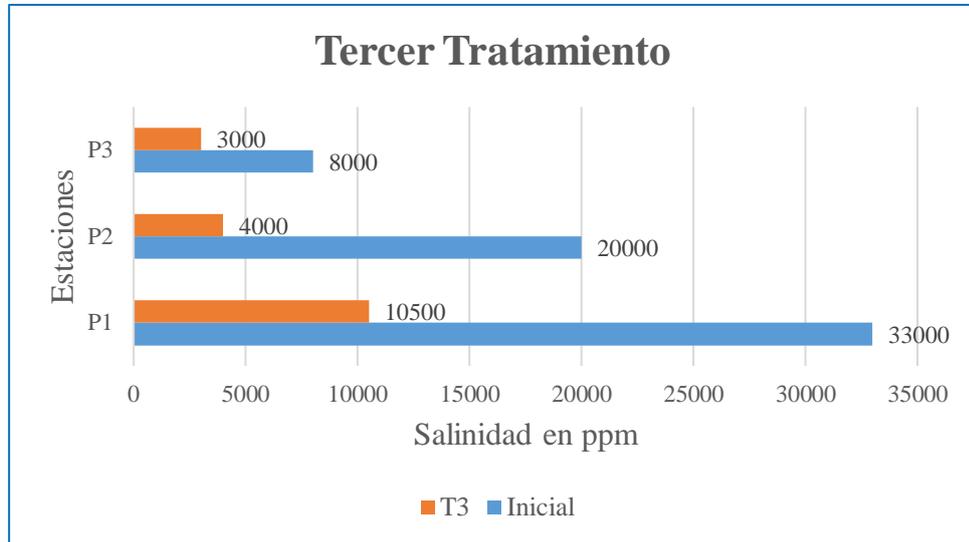
$$\frac{((\text{inicial}-T3)/\text{inicial}) * 100\%}{}$$

Fuente: Propia

De la Tabla N° 27 se obtienen los datos para el porcentaje de reducción de la salinidad del tercer tratamiento para la obtención de los siguientes gráficos. Se observa que el mayor porcentaje de reducción en el tercer tratamiento fue de

80% y el menor fue de 63%, pertenecientes a la estación P2 y P3 respectivamente, el promedio de la reducción de la Salinidad para el tercer tratamiento es de 70%.

Figura N° 06: Reducción de Salinidad en el Tercer Tratamiento.



Fuente: Propia

En la Figura N° 06 se observa gráficamente la reducción del parámetro salinidad en el tercer tratamiento, los mejores resultados fueron para la estación P2.

Tabla N°28: Resumen de resultados de Salinidad en partes por millón del cuarto tratamiento.

Estaciones	Inicial	T4	Reducción
P1	32000	15800	51%
P2	19000	7000	63%
P3	8000	5000	38%
Promedio			50%

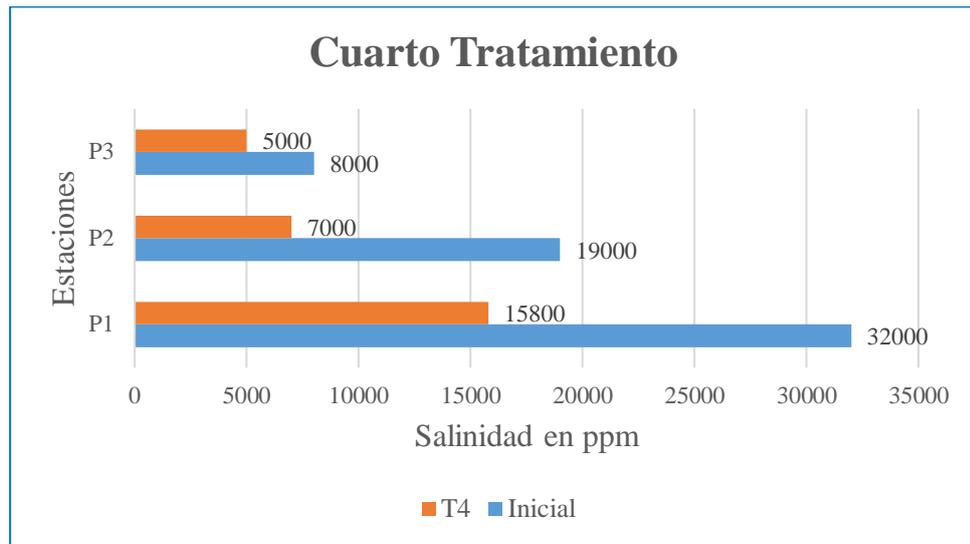
Formula:

$$((\text{inicial}-T4)/\text{inicial}) * 100\%$$

Fuente: Propia

De la Tabla N° 28 se obtienen los datos para el porcentaje de reducción de la salinidad del cuarto tratamiento para la obtención de los siguientes gráficos. Se observa que el mayor porcentaje de reducción en el cuarto tratamiento fue de 63% y el menor fue de 38%, pertenecientes a la estación P2 y P3 respectivamente, el promedio de la reducción de la Salinidad para el cuarto tratamiento es de 50%.

Figura N° 07: Reducción de Salinidad en el Cuarto Tratamiento.



Fuente: Propia

En la Figura N° 07 se observa gráficamente la reducción del parámetro salinidad en el cuarto tratamiento, los mejores resultados fueron para la estación P2.

3.2.2 Sólidos Totales Disueltos

Tabla N°29: Resumen de resultados de Sólidos Totales Disueltos en g/L del primer tratamiento.

Estaciones	Inicial	T1	Reducción
P1	26.40	23.20	12.12%
P2	25.70	23.90	7.00%
P3	25.70	23.60	8.17%
Promedio			9.10%

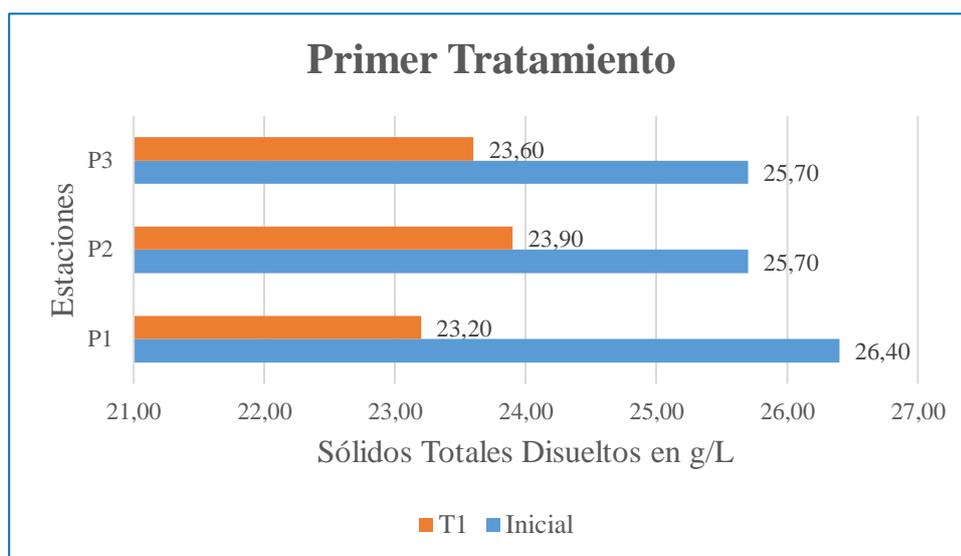
Formula:

$$\frac{((\text{inicial}-T1)/\text{inicial}) * 100\%}{}$$

Fuente: Propia

De la Tabla N° 29 se obtienen los datos para el porcentaje de reducción de los sólidos totales disueltos del primer tratamiento para la obtención de los siguientes gráficos. Se observa que el mayor porcentaje de reducción en el primer tratamiento fue de 12.12% y el menor fue de 7%, pertenecientes a la estación P1 y P2 respectivamente, el promedio de la reducción de los sólidos totales disueltos para el primer tratamiento es de 9.10%.

Figura N° 08: Reducción de Sólidos Totales Disueltos en el Primer Tratamiento.



Fuente: Propia

En la Figura N° 08 se observa gráficamente la reducción del parámetro sólidos totales disueltos en el primer tratamiento, los mejores resultados fueron para la estación P1.

Tabla N°30: Resumen de resultados de Sólidos Totales Disueltos en g/L del segundo tratamiento.

Estaciones	Inicial	T2	Reducción
P1	26.60	15.00	43.61%
P2	25.90	14.70	43.24%
P3	25.70	14.90	42.02%
Promedio			42.96%

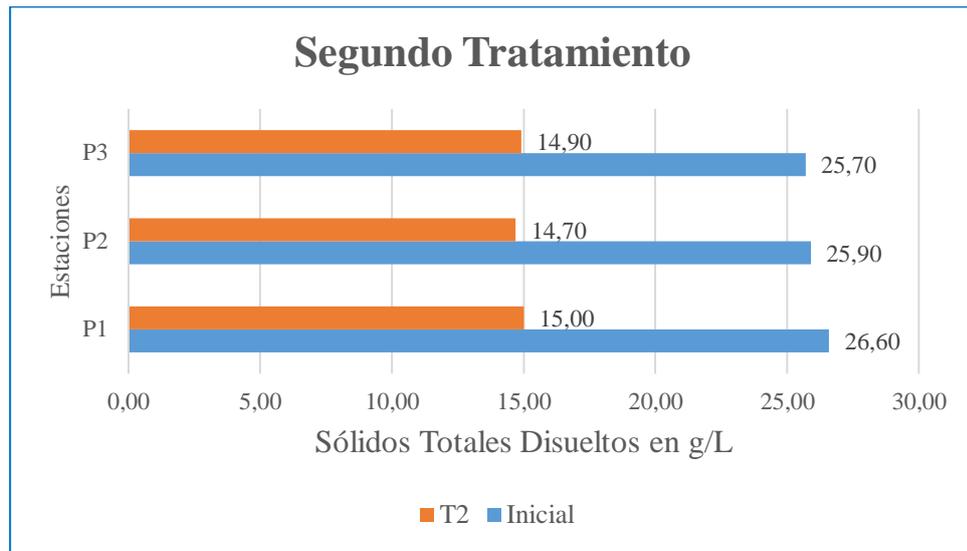
Formula:

$$\frac{((\text{inicial}-T2)/\text{inicial}) * 100\%}{}$$

Fuente: Propia

De la Tabla N° 30 se obtienen los datos para el porcentaje de reducción de los sólidos totales disueltos del segundo tratamiento para la obtención de los siguientes gráficos. Se observa que el mayor porcentaje de reducción en el segundo tratamiento fue de 43.61% y el menor fue de 42.02%, pertenecientes a la estación P1 y P3, el promedio de la reducción de los sólidos totales disueltos para el segundo tratamiento es de 42.96%.

Figura N° 9: Reducción de Sólidos Totales Disueltos en el Segundo Tratamiento.



Fuente: Propia

En la Figura N° 09 se observa gráficamente la reducción del parámetro sólidos totales disueltos en el segundo tratamiento, los mejores resultados fueron para la estación P1.

Tabla N°31: Resumen de resultados de Sólidos Totales Disueltos en g/L del tercer tratamiento.

Estaciones	Inicial	T3	Reducción
P1	26.40	12.20	53.79%
P2	25.90	13.70	47.10%
P3	25.90	13.00	49.81%
Promedio			50.23%

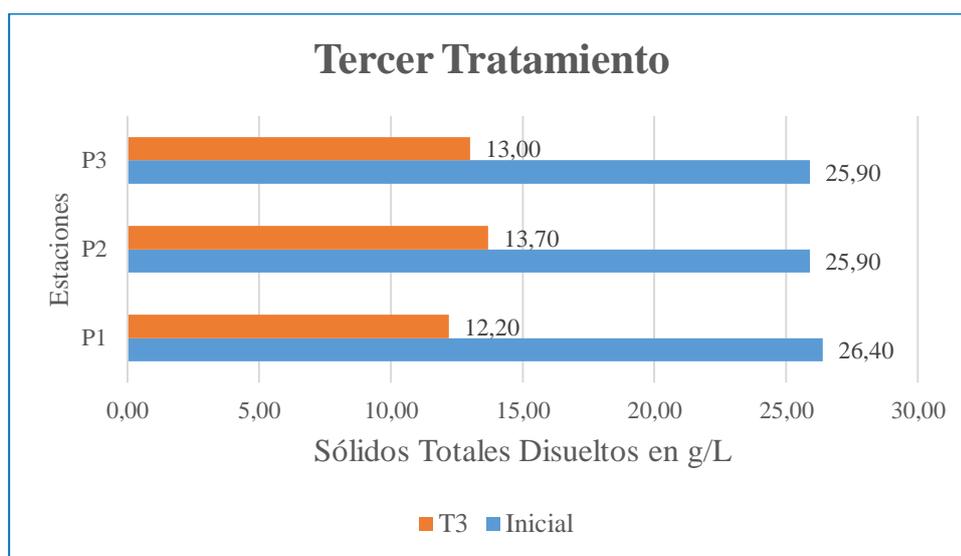
Formula:

$$\left(\frac{\text{inicial}-T3}{\text{inicial}}\right)*100\%$$

Fuente: Propia

De la Tabla N° 31 se obtienen los datos para el porcentaje de reducción de los sólidos totales disueltos del tercer tratamiento para la obtención de los siguientes gráficos. Se observa que el mayor porcentaje de reducción en el tercer tratamiento fue de 53.79% y el menor fue de 47.10%, pertenecientes a la estación P1 y P2 respectivamente, el promedio de la reducción de los sólidos totales disueltos para el tercer tratamiento es de 50.23%.

Figura N° 10: Reducción de Sólidos Totales Disueltos en el Tercer Tratamiento.



Fuente: Propia

En la Figura N° 10 se observa gráficamente la reducción del parámetro sólidos totales disueltos en el tercer tratamiento, los mejores resultados fueron para la estación P1.

Tabla N°32: Resumen de resultados de Sólidos Totales Disueltos en g/L del cuarto tratamiento.

Estaciones	Inicial	T4	Reducción
P1	26.20	15.50	40.84%
P2	25.70	15.00	41.63%
P3	25.90	15.10	41.70%
Promedio			41.39%

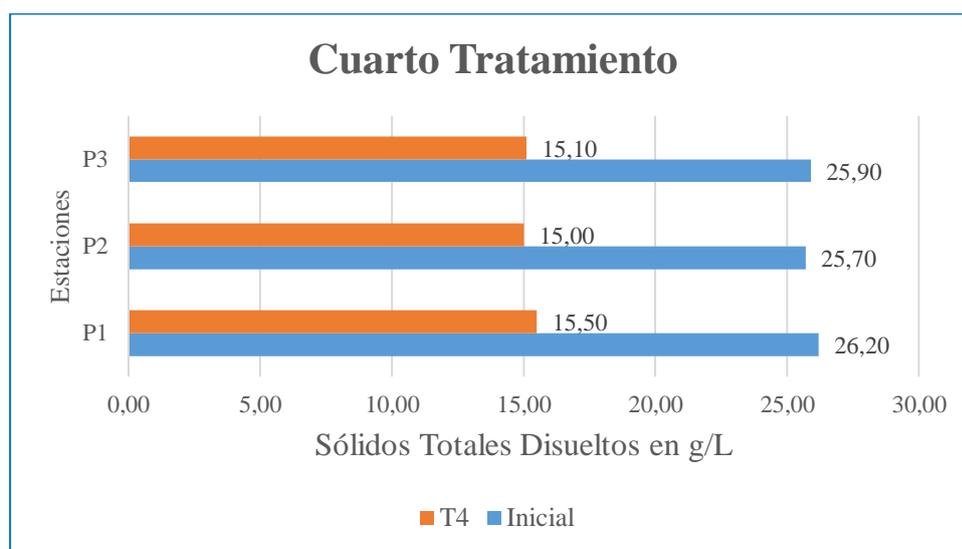
Formula:

$$\frac{((\text{inicial}-T4)/\text{inicial}) * 100\%}{}$$

Fuente: Propia

De la Tabla N° 32 se obtienen los datos para el porcentaje de reducción de los sólidos totales disueltos del cuarto tratamiento para la obtención de los siguientes gráficos. Se observa que el mayor porcentaje de reducción en el cuarto tratamiento fue de 41.70% y el menor fue de 40.84%, pertenecientes a la estación P3 y P1 respectivamente, el promedio de la reducción de los sólidos totales disueltos para el cuarto tratamiento es de 41.39%.

Figura N° 11: Reducción de Sólidos Totales Disueltos en el Cuarto Tratamiento.



Fuente: Propia

En la Figura N° 11 se observa gráficamente la reducción del parámetro sólidos totales disueltos en el cuarto tratamiento, los mejores resultados fueron para la estación P3.

3.2.3 Potencial de Hidrógeno (pH)

Tabla N°33: Resumen de resultados de pH del primer tratamiento.

Estaciones	Inicial	T1	Reducción
P1	7.01	6.84	2.43%
P2	7.13	6.97	2.24%
P3	7.12	7.12	0%
Promedio			1.56%

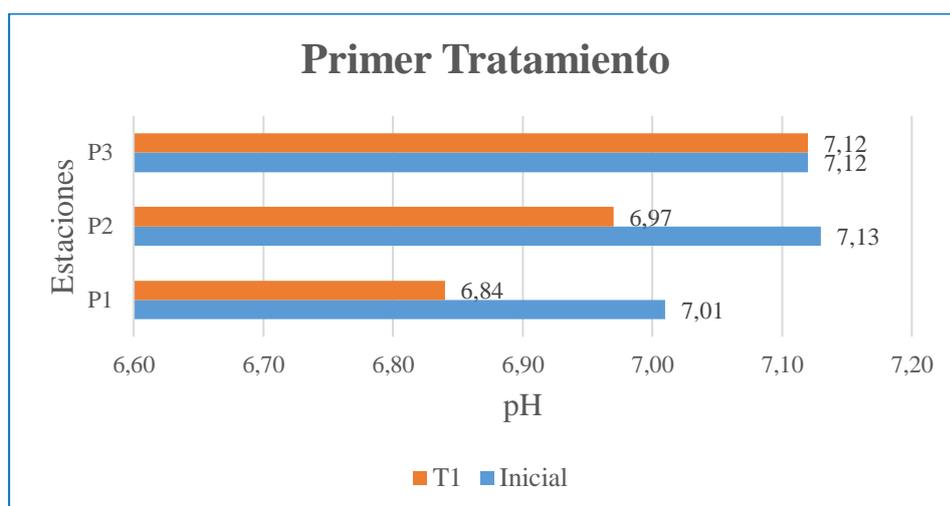
Formula:

$$\frac{((\text{inicial}-T1)/\text{inicial}) * 100\%}{}$$

Fuente: Propia

De la Tabla N° 33 se obtienen los datos para el porcentaje de reducción de pH del primer tratamiento para la obtención de los siguientes gráficos. Se observa que el mayor porcentaje de reducción en el primer tratamiento fue de 2.43% y el menor fue de 0%, pertenecientes a la estación P1 y P3 respectivamente, y el promedio de la reducción de pH para el primer tratamiento es de 1.56%.

Figura N° 12: Reducción de pH en el Primer Tratamiento.



Fuente: Propia

En la Figura N° 12 se observa gráficamente la reducción del pH en el primer tratamiento, los mejores resultados fueron para la estación P1.

Tabla N°34: Resumen de resultados de pH del segundo tratamiento.

Estaciones	Inicial	T2	Reducción
P1	7.01	6.80	3.00%
P2	7.12	6.99	1.83%
P3	7.01	6.94	1.00%
Promedio			1.94%

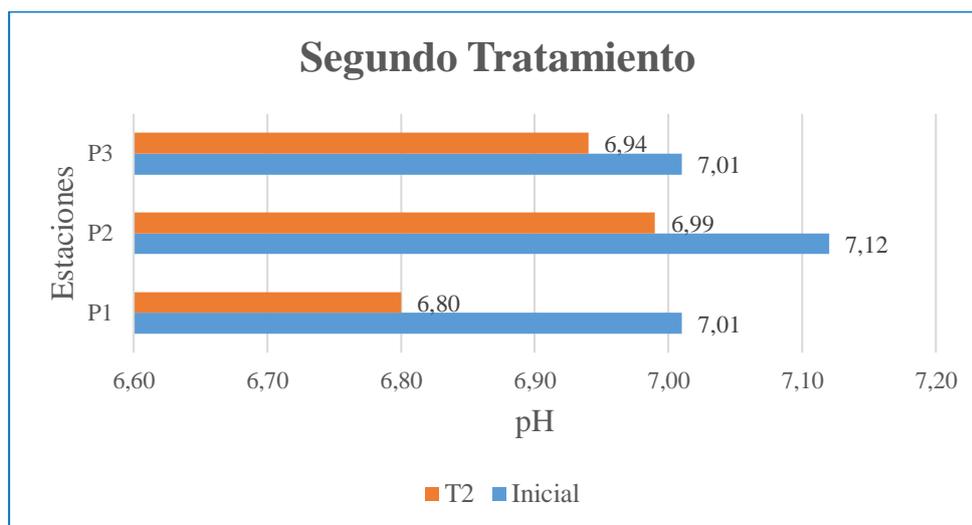
Formula:

$$((\text{inicial}-T2)/\text{inicial}) * 100\%$$

Fuente: Propia

De la Tabla N° 34 se obtienen los datos para el porcentaje de reducción de pH del segundo tratamiento para la obtención de los siguientes gráficos. Se observa que el mayor porcentaje de reducción en el segundo tratamiento fue de 3.00% y el menor fue de 1%, pertenecientes a la estación P1 y P3 respectivamente, y el promedio de la reducción de pH para el segundo tratamiento es de 1.94%.

Figura N° 13: Reducción de pH en el Segundo Tratamiento.



Fuente: Propia

En la Figura N° 13 se observa gráficamente la reducción del pH en el segundo tratamiento, los mejores resultados fueron para la estación P1.

Tabla N°35: Resumen de resultados de pH del tercer tratamiento.

Estaciones	Inicial	T3	Reducción
P1	7.02	7.01	0.14%
P2	7.12	7.04	1.12%
P3	7.02	7.00	0.28%
Promedio			0.52%

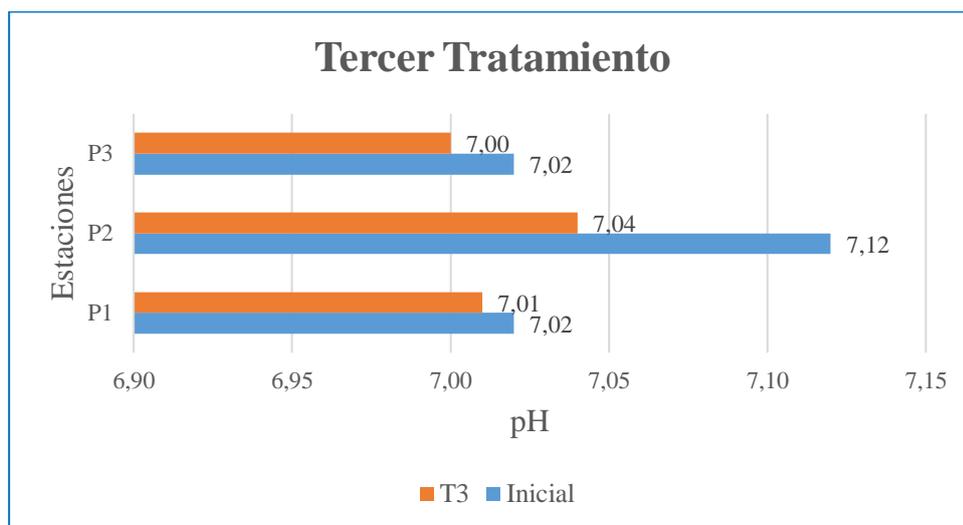
Formula:

$$\frac{((\text{inicial}-T3)/\text{inicial}) * 100\%}{}$$

Fuente: Propia

De la Tabla N° 35 se obtienen los datos para el porcentaje de reducción de pH del tercer tratamiento para la obtención de los siguientes gráficos. Se observa que el mayor porcentaje de reducción en el tercer tratamiento fue de 1.12% y el menor fue de 0.14%, pertenecientes a la estación P2 y P1 respectivamente, y el promedio de la reducción de pH para el tercer tratamiento es de 0.52%.

Figura N° 14: Reducción de pH en el Tercer Tratamiento.



Fuente: Propia

En la Figura N° 14 se observa gráficamente la reducción del pH en el tercer tratamiento, los mejores resultados fueron para la estación P2.

Tabla N°36: Resumen de resultados de pH del cuarto tratamiento.

Estaciones	Inicial	T4	Reducción
P1	7.01	6.87	2.00%
P2	7.10	6.99	1.55%
P3	7.02	6.98	0.57%
Promedio			1.37%

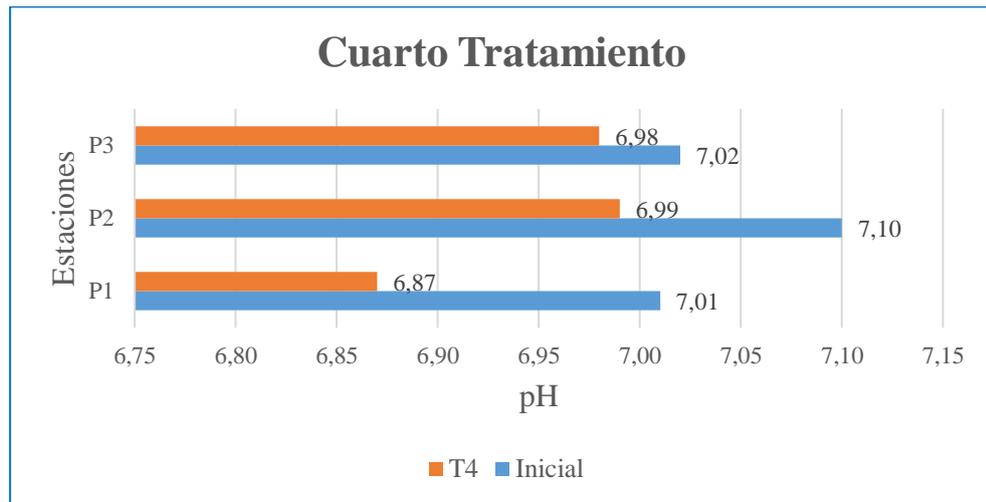
Formula:

$$((\text{inicial}-T4)/\text{inicial}) * 100\%$$

Fuente: Propia

De la Tabla N° 36 se obtienen los datos para el porcentaje de reducción de pH del cuarto tratamiento para la obtención de los siguientes gráficos. Se observa que el mayor porcentaje de reducción en el cuarto tratamiento fue de 2.00% y el menor fue de 0.57 %, pertenecientes a la estación P1 y P3 respectivamente, y el promedio de la reducción de pH para el cuarto tratamiento es de 1.37%.

Figura N° 15: Reducción de pH en el Cuarto Tratamiento.



Fuente: Propia

En la Figura N° 15 se observa gráficamente la reducción del pH en el cuarto tratamiento, los mejores resultados fueron para la estación P1.

3.2.4 Conductividad Eléctrica

Tabla N°37: Resumen de resultados de Conductividad Eléctrica en μS del primer tratamiento.

Estaciones	Inicial	T1	Reducción
P1	52700	52600	0.19%
P2	52000	51800	0.38%
P3	51500	51400	0.19%
Promedio			0.256%

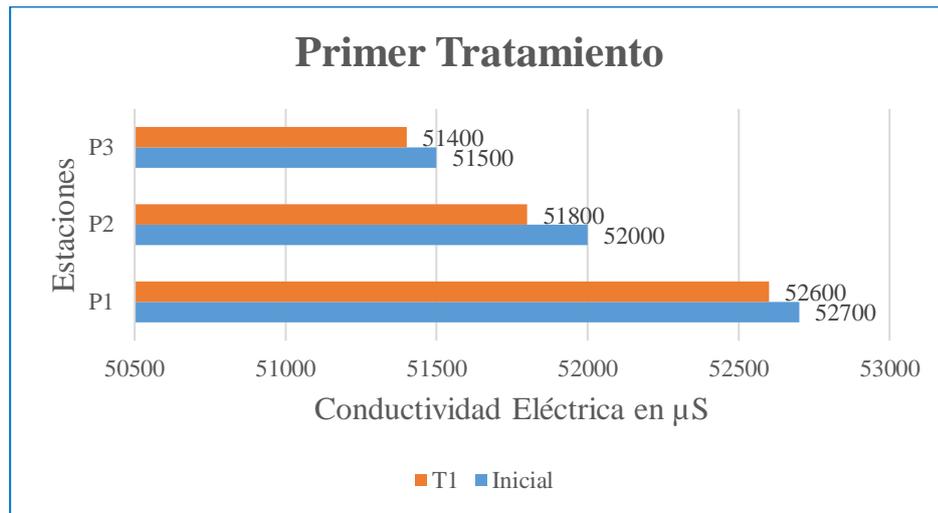
Formula:

$$\frac{((\text{inicial}-T1)/\text{inicial}) * 100\%}{}$$

Fuente: Propia

De la Tabla N° 37 se obtienen los datos para el porcentaje de reducción de la Conductividad Eléctrica del primer tratamiento para la obtención de los siguientes gráficos. Se observa que el mayor porcentaje de reducción en el primer tratamiento fue de 0.38% y el menor fue de 0.19%, pertenecientes a la estación P2 y P1 o P3 respectivamente, y el promedio de la reducción de la Conductividad Eléctrica para el primer tratamiento es de 0.256%.

Figura N° 16: Reducción de Conductividad Eléctrica en el Primer Tratamiento.



Fuente: Propia

En la Figura N° 16 se observa gráficamente la reducción de Conductividad Eléctrica en el primer tratamiento, los mejores resultados fueron para la estación P2.

Tabla N°38: Resumen de resultados de Conductividad Eléctrica en µS del segundo tratamiento.

Estaciones	Inicial	T2	Reducción
P1	52600	34500	34.41%
P2	52100	34100	34.55%
P3	52000	34000	34.62%
Promedio			34.525%

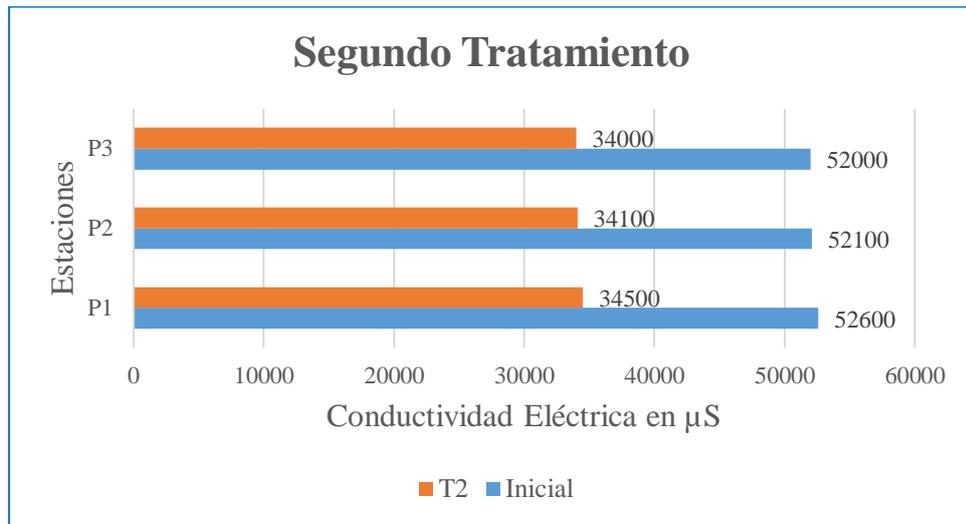
Fuente: Propia

Formula:

$$\frac{((\text{inicial}-T2)/\text{inicial}) * 100\%}{}$$

De la Tabla N° 38 se obtienen los datos para el porcentaje de reducción de la Conductividad Eléctrica del segundo tratamiento para la obtención de los siguientes gráficos. Se observa que el mayor porcentaje de reducción en el segundo tratamiento fue de 34.62% y el menor fue de 34.41%, pertenecientes a la estación P3 y P1 respectivamente, y el promedio de la reducción de la Conductividad Eléctrica para el segundo tratamiento es de 34.525%.

Figura N° 17: Reducción de Conductividad Eléctrica en el Segundo Tratamiento.



Fuente: Propia

En la Figura N° 17 se observa gráficamente la reducción de Conductividad Eléctrica en el segundo tratamiento, los mejores resultados fueron para la estación P3.

Tabla N°39: Resumen de resultados de Conductividad Eléctrica en µS del tercer tratamiento.

Estaciones	Inicial	T3	Reducción
P1	52700	31000	41.18%
P2	52000	31000	40.38%
P3	51000	31100	39.02%
Promedio			40.194%

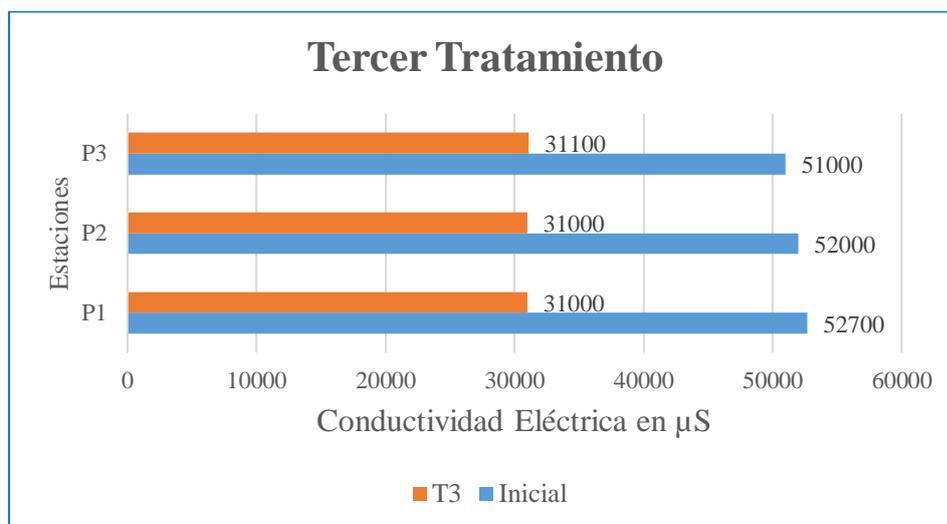
Formula:

$$\frac{((\text{inicial}-T3)/\text{inicial}) * 100\%}{}$$

Fuente: Propia

De la Tabla N° 39 se obtienen los datos para el porcentaje de reducción de la Conductividad Eléctrica del tercer tratamiento para la obtención de los siguientes gráficos. Se observa que el mayor porcentaje de reducción en el tercer tratamiento fue de 41.18% y el menor fue de 39.02%, pertenecientes a la estación P1 y P3 respectivamente, y el promedio de la reducción de la Conductividad Eléctrica para el tercer tratamiento es de 40.194%.

Figura N° 18: Reducción de Conductividad Eléctrica en el Tercer Tratamiento.



Fuente: Propia

En la Figura N° 18 se observa gráficamente la reducción de Conductividad Eléctrica en el tercer tratamiento, los mejores resultados fueron para la estación P1.

Tabla N°40: Resumen de resultados de Conductividad Eléctrica en µS del cuarto tratamiento.

Estaciones	Inicial	T4	Reducción
P1	52600	35500	32.51%
P2	51500	35900	30.29%
P3	52000	35000	32.69%
Promedio			31.831%

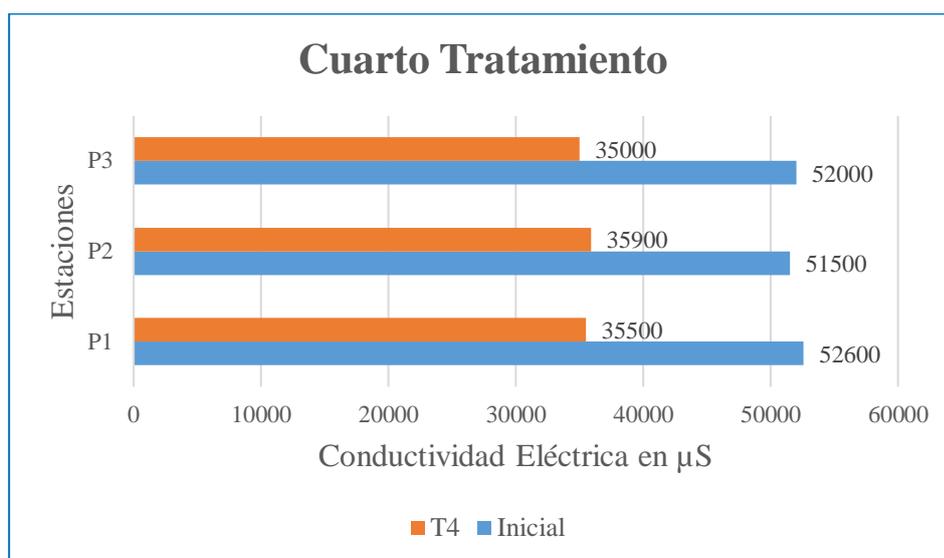
Fórmula:

$$((\text{inicial}-T4)/\text{inicial}) * 100\%$$

Fuente: Propia

De la Tabla N° 40 se obtienen los datos para el porcentaje de reducción de la Conductividad Eléctrica del cuarto tratamiento para la obtención de los siguientes gráficos. Se observa que el mayor porcentaje de reducción en el cuarto tratamiento fue de 32.69% y el menor fue de 30.29%, pertenecientes a la estación P3 y P2 respectivamente, y el promedio de la reducción de la Conductividad Eléctrica para el cuarto tratamiento es de 31.831%.

Figura N° 19: Reducción de Conductividad Eléctrica en el Cuarto Tratamiento.



Fuente: Propia

En la Figura N° 19 se observa gráficamente la reducción de Conductividad Eléctrica en el cuarto tratamiento, los mejores resultados fueron para la estación P3.

3.2.5 Microplásticos menor a 5 mm

Tabla N°41: Resumen de resultados de Microplásticos menor a 5mm del primer tratamiento.

Estaciones	Inicial	T1	% Microplásticos
P1	3	3	0.00%
P2	4	1	75.00%
P3	2	1	50.00%
Promedio			41.667%

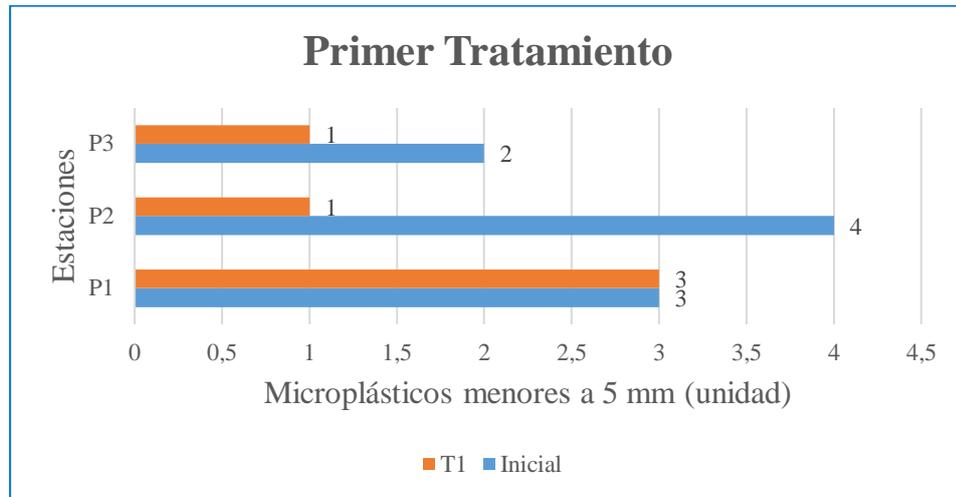
Fórmula:

$$\frac{((\text{inicial}-T1)/\text{inicial}) * 100\%}{}$$

Fuente: Propia

De la Tabla N° 41 se obtiene el porcentaje de microplásticos menor a 5mm presentes en la muestra después del primer tratamiento. Se observa que el menor porcentaje de microplásticos menor a 5mm en el primer tratamiento fue de 0% perteneciente a la estación P1, y el promedio microplásticos menor a 5mm presentes en la muestra después del primer tratamiento es de 41.667%.

Figura N° 20: Reducción de Microplásticos menor a 5 mm en el primer tratamiento.



Fuente: Propia

En la Figura N° 20 se observa gráficamente la reducción de Microplásticos menor a 5 mm en el primer tratamiento, los mejores resultados fueron para la estación P1.

Tabla N°42: Resumen de resultados de Microplásticos menor a 5mm del segundo tratamiento.

Estaciones	Inicial	T2	% Microplásticos
P1	3	3	0.00%
P2	4	1	75.00%
P3	2	1	50.00%
Promedio			41.667%

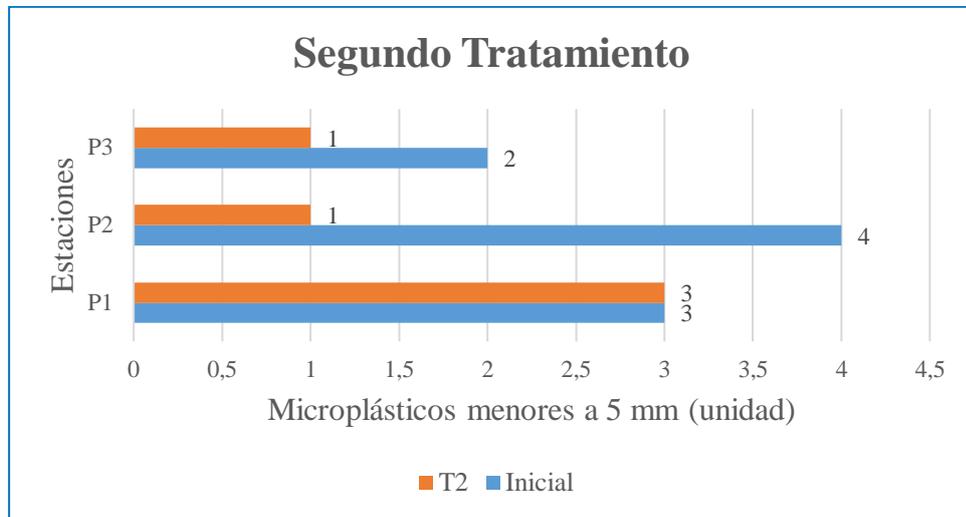
Fórmula:

$$\frac{((\text{inicial}-T2)/\text{inicial}) * 100\%}{}$$

Fuente: Propia

De la Tabla N° 42 se obtiene el porcentaje de microplásticos menor a 5mm presentes en la muestra después del segundo tratamiento. Se observa que el menor porcentaje de microplásticos menor a 5mm en el segundo tratamiento fue de 0% perteneciente a la estación P1, y el promedio microplásticos menor a 5mm presentes en la muestra después del segundo tratamiento es de 41.667%.

Figura N° 21: Reducción de Microplásticos menor a 5 mm en el segundo tratamiento.



Fuente: Propia

En la Figura N° 21 se observa gráficamente la reducción de Microplásticos menor a 5 mm en el segundo tratamiento, los mejores resultados fueron para la estación P1.

Tabla N°43: Resumen de resultados de Microplásticos menor a 5mm del tercer tratamiento.

Estaciones	Inicial	T3	% Microplásticos
P1	3	3	0.00%
P2	4	4	0.00%
P3	3	3	0.00%
Promedio			0.000%

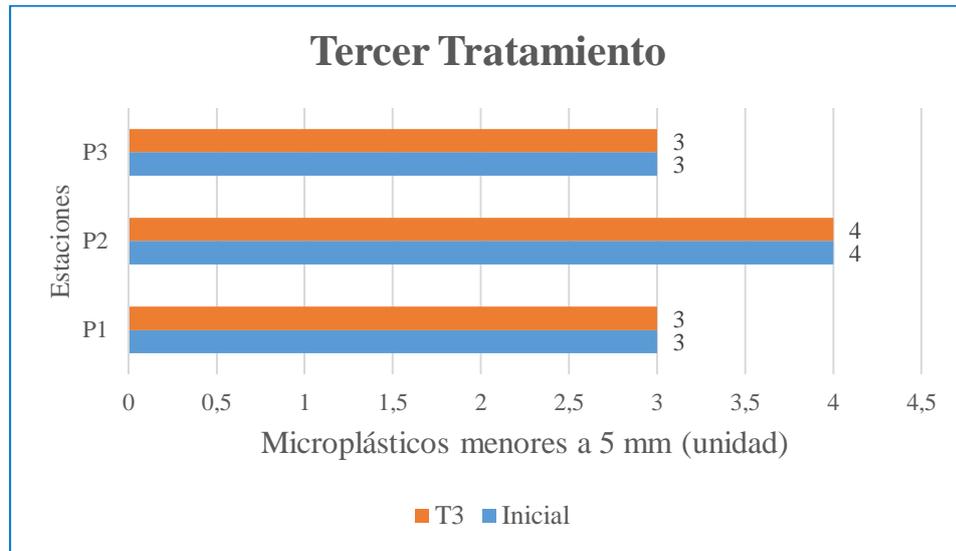
Fórmula:

$$\frac{((\text{inicial}-T3)/\text{inicial}) * 100\%}{}$$

Fuente: Propia

De la Tabla N° 43 se obtiene el porcentaje de microplásticos menor a 5mm presentes en la muestra después del tercer tratamiento. Se observa que el menor porcentaje de microplásticos menor a 5mm en el tercer tratamiento fue de 0% perteneciente a las tres estaciones, y el promedio microplásticos menor a 5mm presentes en la muestra después del tercer tratamiento es de 0%.

Figura N° 22: Reducción de Microplásticos menor a 5 mm en el tercer tratamiento.



Fuente: Propia

En la Figura N° 22 se observa gráficamente la reducción de Microplásticos menor a 5 mm en el tercer tratamiento, los mejores resultados fueron para todas las estaciones.

Tabla N°44: Resumen de resultados de Microplásticos menor a 5mm del cuarto tratamiento.

Estaciones	Inicial	T4	% Microplásticos
P1	3	3	0.00%
P2	3	1	66.67%
P3	3	2	33.33%
Promedio			33.333%

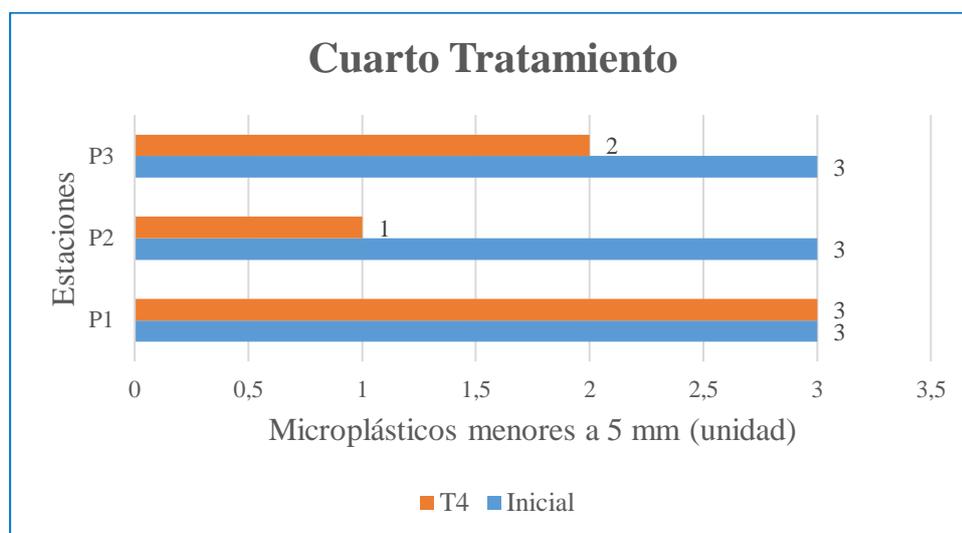
Fórmula:

$$\frac{((\text{inicial}-T4)/\text{inicial}) * 100\%}{}$$

Fuente: Propia

De la Tabla N° 44 se obtiene el porcentaje de microplásticos menor a 5mm presentes en la muestra después del cuarto tratamiento. Se observa que el menor porcentaje de microplásticos menor a 5mm en el cuarto tratamiento fue de 0% perteneciente a las estación P1, y el promedio microplásticos menor a 5mm presentes en la muestra después del cuarto tratamiento es de 33.333%.

Figura N° 23: Reducción de Microplásticos menor a 5 mm en el cuarto tratamiento.



Fuente: Propia

En la Figura N° 23 se observa gráficamente la reducción de Microplásticos menor a 5 mm en el cuarto tratamiento, los mejores resultados fueron para la estación P1.

3.2.6 Microplásticos menor a 1 mm

Tabla N°45: Resumen de resultados de Microplásticos menor a 1mm del primer tratamiento.

Estaciones	Inicial	T1	% Microplásticos
P1	6	1	83.33%
P2	4	1	75.00%
P3	8	0	100.00%
Promedio			86.111%

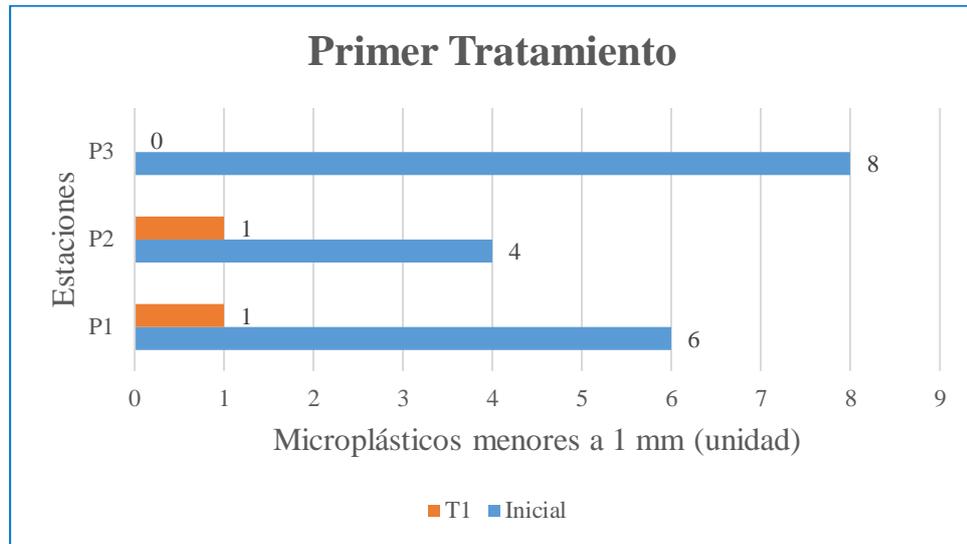
Fórmula:

$$\frac{((\text{inicial}-T1)/\text{inicial}) * 100\%}{}$$

Fuente: Propia

De la Tabla N° 45 se obtiene el porcentaje de microplásticos menor a 1mm presentes en la muestra después del primer tratamiento. Se observa que el menor porcentaje de microplásticos menor a 1mm en el primer tratamiento fue de 75% perteneciente a la estación P2, y el promedio microplásticos menor a 1mm presentes en la muestra después del primer tratamiento es de 86.111%.

Figura N° 24: Reducción de Microplásticos menor a 1mm en el primer tratamiento.



Fuente: Propia

En la Figura N° 24 se observa gráficamente la reducción de Microplásticos menor a 1mm en el primer tratamiento, los mejores resultados fueron para la estación P2.

Tabla N°46: Resumen de resultados de Microplásticos menor a 1mm del segundo tratamiento.

Estaciones	Inicial	T2	% Microplásticos
P1	5	2	60.00%
P2	4	3	25.00%
P3	6	1	83.33%
Promedio			56.111%

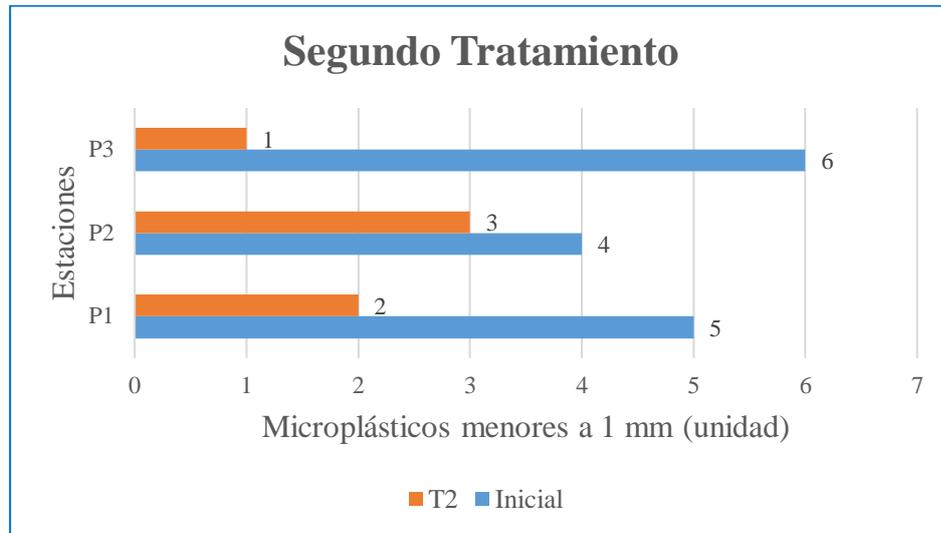
Fórmula:

$$\frac{((\text{inicial}-T2)/\text{inicial}) * 100\%}{}$$

Fuente: Propia

De la Tabla N° 46 se obtiene el porcentaje de microplásticos menor a 1mm presentes en la muestra después del segundo tratamiento. Se observa que el menor porcentaje de microplásticos menor a 1mm en el segundo tratamiento fue de 25% perteneciente a la estación P2, y el promedio microplásticos menor a 1mm presentes en la muestra después del segundo tratamiento es de 56.111%.

Figura N° 25: Reducción de Microplásticos menor a 1mm en el segundo tratamiento.



Fuente: Propia

En la Figura N° 25 se observa gráficamente la reducción de Microplásticos menor a 1mm en el segundo tratamiento, los mejores resultados fueron para la estación P2.

Tabla N°47: Resumen de resultados de Microplásticos menor a 1mm del tercer tratamiento.

Estaciones	Inicial	T3	% Microplásticos
P1	6	6	0.00%
P2	5	4	20.00%
P3	8	8	0.00%
Promedio			6.667%

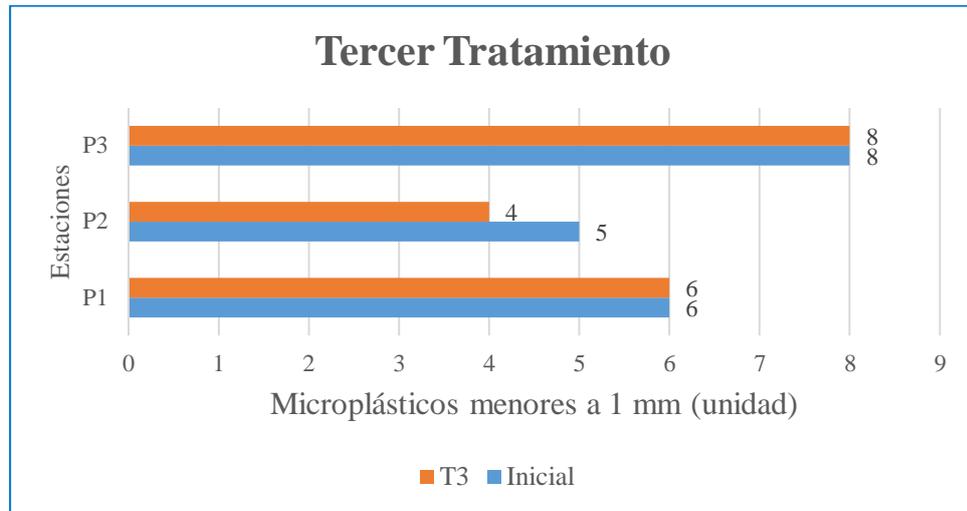
Fórmula:

$$\frac{((\text{inicial}-T3))}{\text{inicial}}*100\%$$

Fuente: Propia

De la Tabla N° 47 se obtiene el porcentaje de microplásticos menor a 1mm presentes en la muestra después del tercer tratamiento. Se observa que el menor porcentaje de microplásticos menor a 1mm en el tercer tratamiento fue de 0% perteneciente a las estaciones P1 y P3, y el promedio microplásticos menor a 1mm presentes en la muestra después del tercer tratamiento es de 6.667%.

Figura N° 26: Reducción de Microplásticos menor a 1mm en el tercer tratamiento.



Fuente: Propia

En la Figura N° 26 se observa gráficamente la reducción de Microplásticos menor a 1mm en el tercer tratamiento, los mejores resultados fueron para la estación P1 y P3.

Tabla N°48: Resumen de resultados de Microplásticos menor a 1mm del cuarto tratamiento.

Estaciones	Inicial	T4	% Microplásticos
P1	6	5	16.67%
P2	5	4	20.00%
P3	8	6	25.00%
Promedio			20.556%

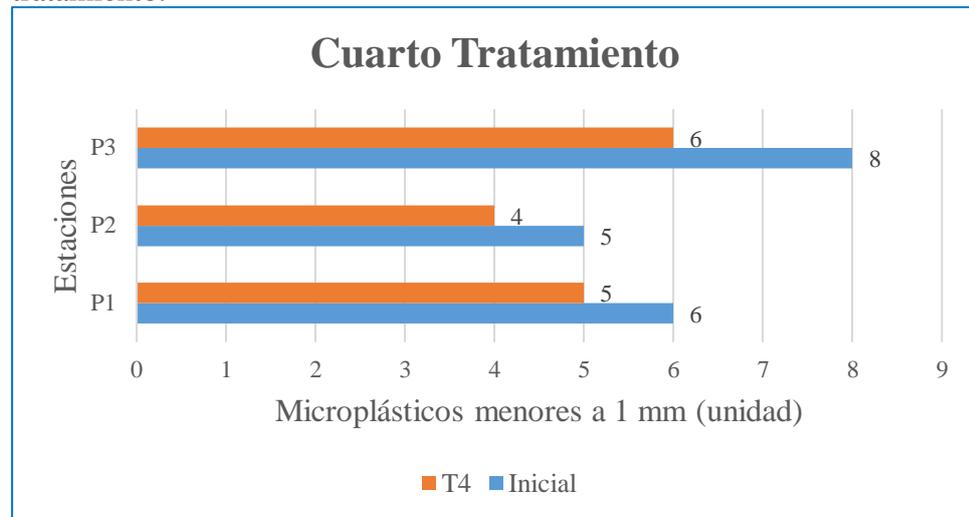
Fórmula:

$$\frac{((\text{inicial}-T4)/\text{inicial}) * 100\%}{}$$

Fuente: Propia

De la Tabla N° 48 se obtiene el porcentaje de microplásticos menor a 1mm presentes en la muestra después del cuarto tratamiento. Se observa que el menor porcentaje de microplásticos menor a 1mm en el cuarto tratamiento fue de 16.67% perteneciente a la estación P1, y el promedio microplásticos menor a 1mm presentes en la muestra después del cuarto tratamiento es de 20.556%.

Figura N° 27: Reducción de Microplásticos menor a 1mm en el cuarto tratamiento.



Fuente: Propia

En la Figura N° 27 se observa gráficamente la reducción de Microplásticos menor a 1mm en el cuarto tratamiento, los mejores resultados fueron para la estación P1.

3.3 Resultados Estadísticos

En este punto de la investigación se muestran los resultados obtenidos con el programa SPSS de todos los parámetros analizados en cada etapa del proceso. Se realizó una prueba de normalidad, prueba de homogeneidad de varianzas, prueba de hipótesis y la corroboración de la prueba de hipótesis.

Se realizaron dos pruebas para la normalidad, Shapiro-Wilk y Kolmogorov-Smirnova, pero se observa que para la primera prueba no se mide la significancia por motivo que los datos obtenidos de los tratamientos son menores a 30.

3.3.1 Para Microplásticos menores a 5 mm

Tabla N° 49: Prueba de Normalidad para Microplásticos menores a 5 mm.

	Tratamiento	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
5mm	T1	,795	3	.	,689	3	,058
	T2	,260	3	.	,356	3	,469
	T3	,168	3	.	,957	3	,268
	T4	,175	3	.	,256	3	,362
	INICIAL	,302	3	.	,796	3	,089

a) Prueba de hipótesis

H₀: Los datos de los microplásticos menores a 5 mm proceden de una distribución normal.

H₁: Los datos de los microplásticos menores a 5 mm no proceden de una distribución normal.

b) Regla de decisión

sig. > 0,05. Rechazamos la **H₁**:

c) Resultado /Conclusión

P valor mayor de **0,05** entonces aceptamos el **H₀**. Los datos de los microplásticos menores a 5 mm proceden de una distribución normal.

Tabla N° 50: Prueba de homogeneidad de varianzas para Microplásticos menores a 5 mm.

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
mm5	Se basa en la media	1,053	4	10	,428
	Se basa en la mediana	,136	4	10	,965
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,136	4	6,914	,964
	Se basa en la media recortada	,911	4	10	,494

a) Prueba de hipótesis

H₀: Se asumen que las varianzas de los microplásticos menores a 5 mm son iguales

H₁: Se asumen que las varianzas de los microplásticos menores a 5 mm no son iguales

b) Regla de decisión

sig. > 0,05. Rechazamos la **H₁**:

c) Resultado /Conclusión

P valor mayor de **0,05** entonces aceptamos la **H₀**. Se asumen que las varianzas de los microplásticos menores a 5 mm son iguales.

Tabla N° 51: Prueba ANOVA para Microplásticos menores a 5 mm.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	6,267	4	1,567	1,808	,204
Dentro de grupos	8,667	10	,867		
Total	14,933	14			

a) Prueba de hipótesis

H1: Es posible reducir microplásticos menor a 5 mm a través del grafeno en agua superficial marina a nivel laboratorio.

Ho: No es posible reducir microplásticos menor a 5 mm a través del grafeno en agua superficial marina a nivel laboratorio.

b) Regla de decisión

sig. > 0,05. Rechazamos la H1:

c) Resultado /discusión

P valor mayor de **0,05** entonces aceptamos la **Ho**. No es posible reducir microplásticos menor a 5 mm a través del grafeno en agua superficial marina a nivel laboratorio.

Tabla N° 52: Prueba Tukey Microplásticos menores a 5 mm.

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Microplásticos menores a 5mm						
HSD Tukey						
(I) Tratamiento	(J) Tratamiento	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
T1	T2	,000	,760	1,000	-2,50	2,50
	T3	-1,667	,760	,257	-4,17	,83
	T4	-,333	,760	,991	-2,83	2,17
	INICIAL	,000	,760	1,000	-2,50	2,50
T2	T1	,000	,760	1,000	-2,50	2,50
	T3	-1,667	,760	,257	-4,17	,83
	T4	-,333	,760	,991	-2,83	2,17
	INICIAL	,000	,760	1,000	-2,50	2,50
T3	T1	1,667	,760	,257	-,83	4,17

	T2	1,667	,760	,257	-,83	4,17
	T4	1,333	,760	,447	-1,17	3,83
	INICIAL	1,667	,760	,257	-,83	4,17
T4	T1	,333	,760	,991	-2,17	2,83
	T2	,333	,760	,991	-2,17	2,83
	T3	-1,333	,760	,447	-3,83	1,17
	INICIAL	,333	,760	,991	-2,17	2,83
INICIAL	T1	,000	,760	1,000	-2,50	2,50
	T2	,000	,760	1,000	-2,50	2,50
	T3	-1,667	,760	,257	-4,17	,83
	T4	-,333	,760	,991	-2,83	2,17

a) Prueba de hipótesis

H0: No existe alguna significancia entre los porcentajes de reducción con el inicial

H1: Existe alguna significancia entre los porcentajes de reducción con el inicial.

b) Regla de decisión

sig. > 0,05. Rechazamos la H1:

c) Resultado /discusión

P valor mayor de **0,05** entonces aceptamos la Ho, No existe alguna significancia entre los porcentajes de reducción con el inicial.

3.3.2 Para Microplásticos menores a 1 mm

Tabla N° 53: Prueba de Normalidad para Microplásticos menores a 1 mm.

	Tratamiento	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
1mm	T1	,385	3	.	,750	3	,403
	T2	,578	3	.	,403	3	,204
	T3	,105	3	.	,204	3	,732
	T4	,204	3	.	,593	3	,084
	INICIAL	,304	3	.	,434	3	,592

a) Prueba de hipótesis

Ho: Los datos de los microplásticos menores a 1 mm proceden de una distribución normal.

H1: Los datos de los microplásticos menores a 1 mm no proceden de una distribución normal.

b) Regla de decisión

sig. > 0,05. Rechazamos la **H1**:

c) Resultado /Conclusión

P valor mayor de **0,05** entonces aceptamos el **Ho**. Los datos de los microplásticos menores a 1 mm proceden de una distribución normal.

Tabla N° 54: Prueba de homogeneidad de varianzas para Microplásticos menores a 1 mm.

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
1mm	Se basa en la media	,719	4	10	,598
	Se basa en la mediana	,750	4	10	,580
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,750	4	6,400	,591
	Se basa en la media recortada	,722	4	10	,596

a) Prueba de hipótesis

Ho: Se asumen que las varianzas de los microplásticos menores a 1 mm son iguales.

H1: Se asumen que las varianzas de los microplásticos menores a 1 mm no son iguales.

b) Regla de decisión

sig. > 0,05. Rechazamos la **H1**:

c) Resultado /Conclusión

P valor mayor de **0,05** entonces aceptamos el **Ho**. Se asumen que las varianzas de los microplásticos menores a 1 mm son iguales.

Tabla N° 55: Prueba ANOVA para Microplásticos menores a 1 mm.

Para Microplásticos menores a 1 mm					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	56,667	4	14,167	9,659	,002
Dentro de grupos	14,667	10	1,467		
Total	71,333	14			

a) Prueba de hipótesis

H1: Es posible reducir microplásticos menor a 1 mm a través del grafeno en agua superficial marina a nivel laboratorio.

H0: No es posible reducir microplásticos menor a 1 mm a través del grafeno en agua superficial marina a nivel laboratorio.

b) Regla de decisión

sig. < 0,05. Rechazamos la H0:

c) Resultado /discusión

P valor menor de **0,05** entonces aceptamos la **H1**. Es posible reducir microplásticos menor a 1 mm a través del grafeno en agua superficial marina a nivel laboratorio.

Tabla N° 56: Prueba Tukey Microplásticos menores a 1 mm.

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: 1mm						
HSD Tukey						
(I) Tratamiento	(J) Tratamiento	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
T1	T2	-1,333	,989	,670	-4,59	1,92
	T3	-5,333*	,989	,002	-8,59	-2,08
	T4	-4,333*	,989	,009	-7,59	-1,08
	INICIAL	-2,333	,989	,204	-5,59	,92
T2	T1	1,333	,989	,670	-1,92	4,59
	T3	-4,000*	,989	,016	-7,25	-,75

	T4	-3,000	,989	,074	-6,25	,25
	INICIAL	-1,000	,989	,845	-4,25	2,25
T3	T1	5,333*	,989	,002	2,08	8,59
	T2	4,000*	,989	,016	,75	7,25
	T4	1,000	,989	,845	-2,25	4,25
	INICIAL	3,000	,989	,074	-,25	6,25
T4	T1	4,333*	,989	,009	1,08	7,59
	T2	3,000	,989	,074	-,25	6,25
	T3	-1,000	,989	,845	-4,25	2,25
	INICIAL	2,000	,989	,322	-1,25	5,25
INICIAL	T1	2,333	,989	,204	-,92	5,59
	T2	1,000	,989	,845	-2,25	4,25
	T3	-3,000	,989	,074	-6,25	,25
	T4	-2,000	,989	,322	-5,25	1,25

a) Prueba de hipótesis

H0: No existe alguna significancia entre los porcentajes de reducción con el inicial.

H1: Existe alguna significancia entre los porcentajes de reducción con el inicial.

b) Regla de decisión

sig. < 0,05. Rechazamos la H0:

c) Resultado /discusión

P valor menor de **0,05** entonces aceptamos la H1, existe alguna significancia entre los porcentajes de reducción con el inicial.

3.3.3 Para Salinidad

Tabla N° 57: Prueba de Normalidad para Salinidad.

SALINIDAD	Tratamiento	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
	1	,178	3	.	,578	3	,959
	2	,298	3	.	,916	3	,439
	3	,340	3	.	,848	3	,235
	4	,320	3	.	,883	3	,334
	INICIAL	,328	3	.	,871	3	,298

a) Prueba de hipótesis

H₀: Los datos proceden de una distribución normal

H₁: Los datos no proceden de una distribución normal

b) Regla de decisión

sig. > 0,05. Rechazamos la **H₁**:

c) Resultado /Conclusión

P valor mayor de **0,05** entonces aceptamos el **H₀**. Los datos proceden de una distribución normal.

Tabla N° 58: Prueba de homogeneidad de varianzas para Salinidad.

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
SALINIDAD	Se basa en la media	1,273	4	10	,343
	Se basa en la mediana	,439	4	10	,778
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,439	4	7,007	,778
	Se basa en la media recortada	1,197	4	10	,370

a) Prueba de hipótesis

H₀: Se asumen que las varianzas de la salinidad son iguales.

H₁: Se asumen que las varianzas de la salinidad no son iguales.

b) Regla de decisión

sig. > 0,05. Rechazamos la H₁:

c) Resultado /Conclusión

P valor mayor de **0,05** entonces aceptamos la **H₀**. Se asumen que las varianzas de la salinidad son iguales.

Tabla N° 59: Prueba ANOVA para Salinidad.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	3,009	4	,752	,727	,594
Dentro de grupos	10,352	10	1,035		
Total	13,361	14			

a) Prueba de hipótesis

H₀: Se asumen que todos los tratamientos son iguales.

H₁: Se asumen que algún tratamiento es diferente.

b) Regla de decisión

sig. > 0,05. Rechazamos la H₁:

c) Resultado /discusión

P valor mayor de **0,05** entonces aceptamos la **H₀**, Se asumen que todos los tratamientos son iguales.

Tabla N° 60: Prueba Tukey para Salinidad.

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: SALINIDAD						
HSD Tukey						
(I) Tratamiento	(J) Tratamiento	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
T1	T2	,20000	,83074	,999	-2,5340	2,9340
	T3	,98333	,83074	,760	-1,7507	3,7174
	T4	,64000	,83074	,934	-2,0940	3,3740
	INICIAL	-,26667	,83074	,997	-3,0007	2,4674
T2	T1	-,20000	,83074	,999	-2,9340	2,5340
	T3	,78333	,83074	,874	-1,9507	3,5174
	T4	,44000	,83074	,982	-2,2940	3,1740
	INICIAL	-,46667	,83074	,978	-3,2007	2,2674
T3	T1	-,98333	,83074	,760	-3,7174	1,7507
	T2	-,78333	,83074	,874	-3,5174	1,9507
	T4	-,34333	,83074	,993	-3,0774	2,3907

	INICIAL	-1,25000	,83074	,582	-3,9840	1,4840
T4	T1	-,64000	,83074	,934	-3,3740	2,0940
	T2	-,44000	,83074	,982	-3,1740	2,2940
	T3	,34333	,83074	,993	-2,3907	3,0774
	INICIAL	-,90667	,83074	,807	-3,6407	1,8274
INICIAL	T1	,26667	,83074	,997	-2,4674	3,0007
	T2	,46667	,83074	,978	-2,2674	3,2007
	T3	1,25000	,83074	,582	-1,4840	3,9840
	INICIAL	,90667	,83074	,807	-1,8274	3,6407

a) Prueba de hipótesis

H0: No existe alguna significancia entre los tratamientos con el inicial.

H1: Existe alguna significancia entre los tratamientos con el inicial.

a) Regla de decisión

sig > 0,05. Rechazamos la H1:

c) Resultado /discusión

P valor mayor de **0,05** entonces aceptamos la H0, no existe alguna significancia entre los tratamientos con el inicial.

3.3.3 Para Sólidos Totales Disueltos

Tabla N° 61: Prueba de Normalidad para Sólidos Totales Disueltos.

	Tratamiento	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Sólidos Totales Disueltos	T1	,204	3	.	,993	3	,843
	T2	,253	3	.	,964	3	,637
	T3	,184	3	.	,999	3	,927
	T4	,314	3	.	,893	3	,363
	INICIAL	,385	3	.	,588	3	,468

a) Prueba de hipótesis

H0: Los datos de los sólidos totales disueltos proceden de una distribución normal

H1: Los datos de los sólidos totales disueltos no proceden de una distribución normal.

b) Regla de decisión

sig. > 0,05. Rechazamos la **H1**:

c) Resultado /Conclusión

P valor mayor de **0,05** entonces aceptamos el **H0**. Los datos de los sólidos totales disueltos proceden de una distribución normal.

Tabla N° 62: Prueba de homogeneidad de varianzas para Sólidos Totales Disueltos.

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Sólidos Totales Disueltos	Se basa en la media	1,480	4	10	,280
	Se basa en la mediana	,991	4	10	,456
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,991	4	5,838	,480
	Se basa en la media recortada	1,454	4	10	,287

a) Prueba de hipótesis

H0: Se asumen que las varianzas de los sólidos totales disueltos son iguales.

H1: Se asumen que las varianzas de los sólidos totales disueltos no son iguales.

b) Regla de decisión

sig. > 0,05. Rechazamos la H1:

c) Resultado /Conclusión

P valor mayor de **0,05** entonces aceptamos la **H0**. Se asumen que las varianzas de los sólidos totales disueltos son iguales.

Tabla N° 63: Prueba ANOVA para Sólidos Totales Disueltos.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	412,887	4	103,222	597,809	,000
Dentro de grupos	1,727	10	,173		
Total	414,613	14			

a) Prueba de hipótesis

H₀: Se asumen que todos los tratamientos son iguales al inicial.

H₁: Se asumen que algún tratamiento es diferente al inicial.

b) Regla de decisión

sig. < 0,05. Rechazamos la H₀:

c) Resultado /discusión

P valor menor de **0,05** entonces aceptamos la **H₁**, Se asumen que algún tratamiento es diferente al inicial.

Tabla N° 64: Prueba Tukey para Sólidos Totales Disueltos.

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Sólidos Totales Disueltos						
HSD Tukey						
(I) Tratamiento	(J) Tratamiento	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
T1	T2	8,7000*	,3393	,000	7,583	9,817
	T3	10,6000*	,3393	,000	9,483	11,717
	T4	8,3667*	,3393	,000	7,250	9,483
	INICIAL	-2,5000*	,3393	,000	-3,617	-1,383
T2	T1	-8,7000*	,3393	,000	-9,817	-7,583
	T3	1,9000*	,3393	,002	,783	3,017
	T4	-,3333	,3393	,857	-1,450	,783
	INICIAL	-11,2000*	,3393	,000	-12,317	-10,083
T3	T1	-10,6000*	,3393	,000	-11,717	-9,483
	T2	-1,9000*	,3393	,002	-3,017	-,783
	T4	-2,2333*	,3393	,000	-3,350	-1,117
	INICIAL	-13,1000*	,3393	,000	-14,217	-11,983
T4	T1	-8,3667*	,3393	,000	-9,483	-7,250
	T2	,3333	,3393	,857	-,783	1,450
	T3	2,2333*	,3393	,000	1,117	3,350
	INICIAL	-10,8667*	,3393	,000	-11,983	-9,750
INICIAL	T1	2,5000*	,3393	,000	1,383	3,617
	T2	11,2000*	,3393	,000	10,083	12,317
	T3	13,1000*	,3393	,000	11,983	14,217

	T4	10,8667*	,3393	,000	9,750	11,983
--	----	----------	-------	------	-------	--------

a) Prueba de hipótesis

H0: No existe alguna significancia entre los tratamientos con el inicial.

H1: Existe alguna significancia entre los tratamientos con el inicial.

b) Regla de decisión

sig < 0,05. Rechazamos la H0:

c) Resultado /discusión

P valor menor de **0,05** entonces **aceptamos la H1**, existe alguna significancia entre los tratamientos con el inicial.

3.3.5 Para pH

Tabla N° 65: Prueba de Normalidad para pH.

	Tratamiento	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
pH	1	,186	3	.	,998	3	,921
	2	,286	3	.	,930	3	,490
	3	,292	3	.	,923	3	,463
	4	,358	3	.	,812	3	,144
	INICIAL	,298	3	.	,916	3	,439

a) Prueba de hipótesis

H0: Los datos de pH proceden de una distribución normal

H1: Los datos de pH no proceden de una distribución normal

b) Regla de decisión

sig. > 0,05. Rechazamos la **H1**:

c) Resultado /Conclusión

P valor mayor de **0,05** entonces aceptamos el **H0**. Los datos de pH proceden de una distribución normal.

Tabla N° 66: Prueba de homogeneidad de varianzas para pH.

Prueba de homogeneidad de varianzas					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
pH	Se basa en la media	1,466	4	10	,284
	Se basa en la mediana	,626	4	10	,655
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,626	4	7,772	,658
	Se basa en la media recortada	1,398	4	10	,303

a) Prueba de hipótesis

H₀: Se asumen que las varianzas de pH son iguales.

H₁: Se asumen que las varianzas de pH no son iguales.

b) Regla de decisión

sig. > 0,05. Rechazamos la H₁:

c) Resultado /Conclusión

P valor mayor de **0,05** entonces aceptamos la **H₀**. Se asumen que las varianzas de pH son iguales.

Tabla N° 67: Prueba ANOVA para pH.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,022	4	,005	,581	,683
Dentro de grupos	,092	10	,009		
Total	,114	14			

a) Prueba de hipótesis

H₀: Se asumen que todos los tratamientos son iguales al inicial.

H₁: Se asumen que algún tratamiento es diferente al inicial.

b) Regla de decisión

sig > 0,05. Rechazamos la H₁:

c) Resultado /discusión

P valor mayor de **0,05** entonces aceptamos la **H₀**, Se asumen que algún

tratamiento es igual al inicial.

Tabla N° 68: Prueba Tukey para pH.

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: pH						
HSD Tukey						
(I) Tratamiento	(J) Tratamiento	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
T1	T2	,06667	,07851	,909	-,1917	,3251
	T3	-,04000	,07851	,984	-,2984	,2184
	T4	,03000	,07851	,995	-,2284	,2884
	INICIAL	,05000	,07851	,965	-,2084	,3084
T2	T1	-,06667	,07851	,909	-,3251	,1917
	T3	-,10667	,07851	,665	-,3651	,1517
	T4	-,03667	,07851	,989	-,2951	,2217
	INICIAL	-,01667	,07851	,999	-,2751	,2417
T3	T1	,04000	,07851	,984	-,2184	,2984
	T2	,10667	,07851	,665	-,1517	,3651
	T4	,07000	,07851	,894	-,1884	,3284
	INICIAL	,09000	,07851	,780	-,1684	,3484
T4	T1	-,03000	,07851	,995	-,2884	,2284
	T2	,03667	,07851	,989	-,2217	,2951
	T3	-,07000	,07851	,894	-,3284	,1884
	INICIAL	,02000	,07851	,999	-,2384	,2784
INICIAL	T1	-,05000	,07851	,965	-,3084	,2084
	T2	,01667	,07851	,999	-,2417	,2751
	T3	-,09000	,07851	,780	-,3484	,1684
	T4	-,02000	,07851	,999	-,2784	,2384

a) Prueba de hipótesis

H0: No existe alguna significancia entre los tratamientos con el inicial.

H1: Existe alguna significancia entre los tratamientos con el inicial.

b) Regla de decisión

sig. > 0,05. Rechazamos la H1.

c) Resultado /discusión

P valor mayor de **0,05** entonces **aceptamos la H0**, No existe alguna significancia entre los tratamientos con el inicial.

3.3.5 Para Conductividad Eléctrica

Tabla N° 69: Prueba de Normalidad para Conductividad Eléctrica.

Tratamiento	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
T1	,253	3	.	,964	3	,637
T2	,314	3	.	,893	3	,363
T3	,385	3	.	,784	3	,085
T4	,196	3	.	,996	3	,878
INICIAL	,211	3	.	,991	3	,817

a) Prueba de hipótesis

Ho: Los datos de la conductividad eléctrica proceden de una distribución normal

H1: Los datos de la conductividad eléctrica no proceden de una distribución normal.

b) Regla de decisión

sig. > 0,05. Rechazamos la **H1**:

c) Resultado /Conclusión

P valor mayor de **0,05** entonces aceptamos el **Ho**. Los datos de la conductividad eléctrica proceden de una distribución normal.

Tabla N° 70: Prueba de homogeneidad de varianzas para Conductividad Eléctrica.

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
CONDUCTIVIDAD	Se basa en la media	1,709	4	10	,224
	Se basa en la mediana	,930	4	10	,484
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,930	4	6,711	,500

	Se basa en la media recortada	1,654	4	10	,236
--	-------------------------------	-------	---	----	------

a) Prueba de hipótesis

H₀: Se asumen que las varianzas de la conductividad eléctrica son iguales.

H₁: Se asumen que las varianzas de la conductividad eléctrica no son iguales.

b) Regla de decisión

sig. > 0,05. Rechazamos la H₁:

c) Resultado /Conclusión

P valor mayor de **0,05** entonces aceptamos la **H₀**. Se asumen que las varianzas de la conductividad eléctrica son iguales.

Tabla N° 71: Prueba ANOVA para Conductividad Eléctrica.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	12,333	4	31,33	,553	,000
Dentro de grupos	20,67	10	20,67		
Total	12,0	14			

a) Prueba de hipótesis

H₀: Se asumen que todos los tratamientos son iguales al inicial.

H₁: Se asumen que algún tratamiento es diferente al inicial.

b) Regla de decisión

sig. < 0,05. Rechazamos la H₀:

c) Resultado /discusión

P valor menor de **0,05** entonces aceptamos la **H₁**, Se asumen que algún tratamiento es diferente al inicial.

Tabla N° 72: Prueba Tukey para Conductividad Eléctrica.

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: CONDUCTIVIDAD						
HSD Tukey						
(I) Tratamiento	(J) Tratamiento	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
T1	T2	17733,333*	367,575	,000	16523,6 2	18943,0 5
	T3	20900,000*	367,575	,000	19690,2 8	22109,7 2
	T4	16466,667*	367,575	,000	15256,9 5	17676,3 8
	INICIAL	-133,333	367,575	,996	- 1343,05	1076,38
T2	T1	- 17733,333*	367,575	,000	- 18943,0 5	- 16523,6 2
	T3	3166,667*	367,575	,000	1956,95	4376,38
	T4	-1266,667*	367,575	,039	- 2476,38	-56,95
	INICIAL	- 17866,667*	367,575	,000	- 19076,3 8	- 16656,9 5
T3	T1	- 20900,000*	367,575	,000	- 22109,7 2	- 19690,2 8
	T2	-3166,667*	367,575	,000	- 4376,38	- 1956,95
	T4	-4433,333*	367,575	,000	- 5643,05	- 3223,62
	INICIAL	- 21033,333*	367,575	,000	- 22243,0 5	- 19823,6 2
T4	T1	- 16466,667*	367,575	,000	- 17676,3 8	- 15256,9 5
	T2	1266,667*	367,575	,039	56,95	2476,38
	T3	4433,333*	367,575	,000	3223,62	5643,05

	INICIAL	- 16600,000*	367,575	,000	- 17809,7 2	- 15390,2 8
INICIAL	T1	133,333	367,575	,996	- 1076,38	1343,05
	T2	17866,667*	367,575	,000	16656,9 5	19076,3 8
	T3	21033,333*	367,575	,000	19823,6 2	22243,0 5
	T4	16600,000*	367,575	,000	15390,2 8	17809,7 2

a) Prueba de hipótesis

H0: No existe alguna significancia entre los tratamientos con el inicial.

H1: Existe alguna significancia entre los tratamientos con el inicial.

b) Regla de decisión

sig. < 0,05. Rechazamos la H0:

c) Resultado /discusión

P valor menor de **0,05** entonces aceptamos la **H1**, existe alguna significancia entre los tratamientos con el inicial.

IV. DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos en laboratorio y su análisis estadístico se puede decir lo siguiente:

Según Isabel Acosta en su trabajo de investigación “Caracterización de microplásticos primarios en el ambiente marino de una playa urbana en Cartagena de Indias” encontró un total de resinas colectadas de 45 520 a lo largo de los 5 meses de trabajo en cinco playas diferentes haciendo un muestreo semanal se calcula un aproximado de 450 resinas aproximadas por muestro. En esta investigación se encontró un total de 80 microplásticos entre menores a 1 mm y 5 mm. Las dos investigaciones tomaron la metodología básica que consiste en la toma de muestras de los microplásticos, su caracterización de acuerdo a su color y tamaño.

Según Tapia Chauca, en su investigación utilizando nanotecnología como grafeno y usando nanoburbujas como pretratamiento, redujo en un 65% la conductividad eléctrica y 47% sales. En esta investigación se usó grafeno con tres tiempos de CVD colocado en un filtro de polietileno para la reducción de parámetros fisicoquímicos, así como la retención de los microplásticos, de acuerdo a ello se reafirma la hipótesis de usar grafeno como limpiador de agua ya que se obtuvo una reducción de 68.03% de salinidad, 50.2% de sólidos totales disueltos y 40% de conductividad eléctrica.

Según Anjali en su trabajo de investigación “Graphene Oxide Synthesized by using Modified Hummers Approach” necesitó 1 gr de grafito y 0.5 gr de nitrato de sodio en conjunto con ácidos como el clorhídrico y el sulfúrico y el permanganato de potasio. En esta investigación se utilizó 30 gr de grafito y 33 gr de nitrato de amonio. Las dos investigaciones tomaron la Técnica de Hummers modificada que consiste en la oxidación y reducción del grafito. Y al igual que Anjali se utilizaron la Espectroscopia de Raman para conocer información acerca de la estructura del material sintetizado, utilizando sus picos G y D.

Según Barraza en su trabajo de investigación publicado en la revista Realidad y Reflexión, “Medición de la cantidad de residuos plásticos pequeños en algunas playas de El Salvador”, Para ello recolecto muestras de arena intermareal por un tiempo de 5

meses desde abril hasta agosto del año 2016, utilizo tamices para separar los microplásticos aquellos que sean mayor a 10 y 2 mm, en donde se encontró 21.7 g de restos plásticos en total en las 24 muestras tomadas. En esta investigación se encontró un total de 80 microplásticos entre menores a 1 mm y 5 mm. Las dos investigaciones tomaron la metodología básica que consiste en la toma de muestras de los microplásticos, su caracterización de acuerdo a su color y tamaño.

Según López y Cuenca en su artículo titulado “Producción de óxido de grafeno directamente desde un blanco de grafito sin catalizador usando láser pulsado” utilizando la metodología, técnica de ablación laser, que se utilizó para la síntesis del óxido de grafeno. En esta investigación se usó la técnica de CVD Potenciada con Plasma para la síntesis de películas de grafeno a partir de grafito y se caracterizó por Espectrometría Ramman.

V. CONCLUSIONES

De acuerdo con el objetivos de la investigación, se concluye que el tercer tratamiento, que es el filtro de polietileno con 15 minutos de CVD de grafeno, es el más eficiente para la reducción de parámetros fisicoquímicos y microplásticos menor a 5 mm y 1 mm.

El mayor porcentaje de microplásticos secundarios menores a 5 mm que son reducidos a través del grafeno en agua superficial marina a nivel laboratorio es de 100%, resultado obtenido en el tercer tratamiento en las tres estaciones, P1, P2 y P3.

El mayor porcentaje de microplásticos secundarios menores a 1 mm que son reducidos a través del grafeno en agua superficial marina a nivel laboratorio es de 100%, resultado obtenido en el tercer tratamiento en las estaciones P1 y P3.

Los mejores porcentajes de reducción de los parámetros fisicoquímicos son 3% para pH en la estación P1 del segundo tratamiento, 53.79 % para sólidos totales disueltos en la estación P1 del tercer tratamiento, 41.18 % para conductividad eléctrica en la estación P1 de tercer tratamiento y 80% para salinidad en la estación P2 del tercer tratamiento.

VI. RECOMENDACIONES

Para el propósito de reducción de microplásticos se usó un filtro a base de polietileno y grafeno, para próximas investigaciones, se recomienda optar por un filtro con menos porosidad como Poliestireno o Polipropileno para evitar pérdida de los microplásticos más pequeños.

Se recomienda utilizar balanzas con unidades de medida de 4 decimales, en los cuales se pueda pesar microplásticos menor a 1 mm.

Se recomienda agregar el parámetro peso y dimensión de los microplásticos menor a 5 mm y 1 mm, para mejorar su caracterización.

VII. REFERENCIAS

- ❖ ACOSTA, Isabel. Caracterización de microplásticos primarios en el ambiente marino de una playa urbana en Cartagena de Indias. Tesis (Magister en Ciencias Ambientales). Colombia: Universidad de Cartagena, Facultad de Ciencias Farmacéuticas, 2014. 115 pp.
- ❖ ANJALI, Leila. Graphene Oxide Synthesized by using Modified Hummers Approach. *International Journal of Renewable Energy and Environmental Engineering*. [en línea]. Vol. 02, No. 01. Enero, 2014. 6 pp. [fecha de consulta: 27 de abril de 2018]. ISSN:2348-0157.
Disponible en:
<https://pdfs.semanticscholar.org/ce1c/998e6424e6080825b009d0aebba21d96d715.pdf>
- ❖ BARRAZA, Enrique. Medición de la cantidad de residuos plásticos pequeños en algunas playas de El Salvador. *Realidad y Reflexión*. [en línea]. N° 45, abril 2017. [fecha de consulta: 27 de abril de 2018].
Disponible en:
<http://icti.ufg.edu.sv/doc/RyRN45-eb.pdf>
- ❖ BRENNECKE, Dennis, et al. Microplastics as vector for heavy metal contamination from the marine environment. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 2016, vol. 178, p. 189-195.
- ❖ CABRERA DORTA, Daniel. Determinación de la presencia de microplásticos en las playas de Tenerife. 2018.
- ❖ CHEN, Shumin, et al. Hydrogen-free synthesis of graphene-graphitic films directly on Si substrate by plasma enhanced chemical vapor deposition. *Journal of Materials Science: Materials in Electronics*, 2015, vol. 26, no 3, p. 1485-1493.
- ❖ COLE, Matthew, et al. Microplastics as contaminants in the marine environment: a review. *Marine pollution bulletin*, 2011, vol. 62, no 12, p. 2588-2597.
- ❖ FERRARI, Andrea et al. Science and technology roadmap for graphene, related two-dimensional crystals, and hybrid systems. *Nanoscale*. [en línea]. N° (7), 2015. 218 pp. ISSN 2040-3364.
Disponible en:
<http://www-g.eng.cam.ac.uk/nms/publications/pdf/c4nr01600a.pdf>

- ❖ GONISZEWSKI, Stefan. CVD graphene: growth, transfer, properties and device applications. 2016. Tesis Doctoral. Imperial College London.
- ❖ GRAPHENANO. El grafeno: propiedades y aplicaciones. *Graphenano Nanotechnologies*. [en línea]. Julio del 2017. [fecha de consulta: 7 de mayo de 2018]. Disponible en: <https://www.graphenano.com/wp-content/uploads/2017/11/Que-es-elgrafeno.pdf>
- ❖ JAFARI, A., et al. Effect of plasma power on growth of multilayer graphene on copper using plasma enhanced chemical vapour deposition. *Journal of Chemical Research*, 2016, vol. 40, no 1, p. 40-43.
- ❖ JO, Seong Soon. Chemical vapor deposition (CVD) growth and optimal transfer processes for graphene. 2018. Tesis Doctoral. Massachusetts Institute of Technology.
- ❖ KAUSHIK, Vishakha; SHUKLA, A. K.; VANKAR, V. D. Microwave plasma CVD-grown graphene–CNT hybrids for enhanced electron field emission applications. *Applied Physics A*, 2014, vol. 117, no 4, p. 2197-2205.
- ❖ LÓPEZ, Juan David y CUENCA, Juan Pablo. Producción de óxido de grafeno directamente desde un blanco de grafito sin catalizador usando láser pulsado. Tesis (Título de Ingeniería Física). Colombia: Universidad Tecnológica de Pereira, Facultad de Ingeniería Eléctrica, Electrónica, Física, Ciencias de la Computación, 2017. 49 pp.
- ❖ LOZADA, José. Investigación aplicada: Definición, propiedad intelectual e Industria. *Cienciamérica*, [en línea]. Diciembre N° 3, 2014. Ecuador, Quito. pp (34-39). Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6163749.pdf>
- ❖ MARIN, Pricila, *et al.* Synthesis, Characterization and Application of ZrCl₄-Graphene Composite Supported on Activated Carbon for Efficient Removal of Fluoride to Obtain Drinking Water. *Water, Air, & Soil Pollution*, 2016, vol. 227, no 12, p. 479.
- ❖ MARTÍNEZ GARCÍA, Andrés David, et al. Análisis y caracterización de microplásticos presentes en limpiadores faciales y su impacto sobre el medio ambiente. 2015.
- ❖ MATHIAS, Marie-France. Synthesis and functionalization of graphene for power electronic applications. 2012.
- ❖ MEJÍA, Amalia. Evaluación del efecto de la incorporación de dos tipos de plásticos (biodegradable y convencional) y la actividad de lombrices en suelos arenosos en trigo (*Triticum aestivum* L.). Tesis (Licenciatura de Ingeniería Forestal). Honduras: Escuela

Agrícola Panamericana, Ingeniería Agronómica, 2017.

- ❖ MESTANZA, Christian. No hay un metro de mar peruano que no esté contaminado con plástico [en línea]. El comercio. PE. 07 de abril de 2018. [fecha de consulta: 01 de mayo de 2018].
Disponible en:
<https://elcomercio.pe/tecnologia/ciencias/hay-metro-mar-peruano-contaminado-plastico-noticia-510076>
- ❖ MORENO-BÁRCENAS, A., et al. Graphene synthesis using a CVD reactor and a discontinuous feed of gas precursor at atmospheric pressure. *Journal of Nanomaterials*, 2018, vol. 2018.
- ❖ MUHAMMAD Asnawi, et al. Synthesis of Carbon Nanomaterials from Rice Husk via Microwave Oven. *Journal of Nanomaterials* [en línea]. Volume 2018, Article ID 2898326, 5 pages. [fecha de consulta: 26 de agosto de 2019].
Disponible en:
<https://doi.org/10.1155/2018/2898326>
- ❖ La resolución 68/70 de la Asamblea General “Los océanos y el derecho del mar” A/RES/68/70 (09 de diciembre de 2013).
Disponible en:
<https://undocs.org/A/RES/68/70>.
- ❖ NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION. 2015. *Microplastic Marine Debris*. [en línea]. 2 pp. [fecha de consulta: 16 de mayo de 2018].
Disponible en:
https://marinedebris.noaa.gov/sites/default/files/MicroplasticsOnePager_0.pdf
- ❖ OLAVARRIETA, Tabata. Abundancia de microplásticos en la Bahía de La Paz y niveles de ftalatos en el Rorqual Común (*Balaenoptera physalus*). Tesis (Maestría en Ciencias Marinas y Costeras con orientación en Ecología Marina). La Paz, Baja California: Universidad Autónoma De Baja California Sur. 2017
- ❖ PURCA, Sara y HENOSTROZA, Aida. Presencia de microplásticos en cuatro playas arenosas de Perú. *Revista Peruana de Biología* [en línea]. 24(1), 20 de abril de 2017. [fecha de consulta: 08 de mayo de 2018].
Disponible en:
<http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v24i1.12724>
ISSN-L 1561-0837

- ❖ RAINER, Christoph; et al. Aspectos nano de los desechos de plástico. Momento [en línea]. No. 51E, febrero 2016. [fecha de consulta: 27 de abril de 2018]. ISSN electrónico 2500-8013. Disponible en:
<https://revistas.unal.edu.co/index.php/momento/article/view/55990/55149>
- ❖ REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. [fecha de consulta: 06 de diciembre de 2019]. Disponible en: <http://lema.rae.es/drae2001/srv/search?id=M5bBiN5jaDXX2FW11FB8>
- ❖ REDACCIÓN EC. Callao: recogen 4 toneladas de basura en la playa Carpayo [en línea]. El comercio. PE. 01 de marzo de 2018. [fecha de consulta: 01 de mayo de 2018]. Disponible en:
<https://elcomercio.pe/lima/sucesos/callao-recogen-4-toneladas-basura-playa-carpayo-noticia-501277-noticia/>
- ❖ REYNOLDS, Jamie Dean. Fabrication and characterisation of CVD-graphene nanoribbon single electron transistors. 2018. Tesis Doctoral. University of Southampton
- ❖ RODRIGUEZ, Alba. Grafeno: Síntesis, propiedades y aplicaciones biomédicas. Tesis (Farmacia). Madrid: Universidad Complutense, Facultad de Farmacia, 2016. 19 pp.
- ❖ ROJO-NIETO, Elisa y MONTOTO, Tania. Basuras marinas, plásticos y microplásticos: orígenes, impactos y consecuencias de una amenaza global. 2017. ISBN:978-84-946151-9-1
- ❖ RUSSELL, Shane R.; CLARIDGE, Shelley A. Peptide interfaces with graphene: An emerging intersection of analytical chemistry, theory, and materials. *Analytical and bioanalytical chemistry*, 2016, vol. 408, no 11, p. 2649-2658.
- ❖ SHAHRIARY, Leila; ATHAWALE, Anjali A. Synthesis of graphene using gamma radiations. *Bulletin of Materials Science*, 2015, vol. 38, no 3, p. 739-745.
- ❖ TAPIA CHAUCA, Johana Domitila. Reducción de salinidad de las aguas de la playa San Pedro–Lurín utilizando nanotecnología (Grafenano) a escala laboratorio, 2017. 2017.
- ❖ TORRES BAYONA, José Luis, et al. Los microplásticos como transportadores de metales pesados en agua: estudio cinético. 2016.
- ❖ WAN, Qing *et al.* Facile and highly efficient fabrication of graphene oxide-based polymer nanocomposites through mussel-inspired chemistry and their environmental pollutant removal application. *Journal of materials science*, 2017, vol. 52, no 1, p. 504-518.

- ❖ WU, Angjian, *et al.* Upcycling waste lard oil into vertical graphene sheets by inductively coupled plasma assisted chemical vapor deposition. *Nanomaterials*, 2017, vol. 7, no 10, p. 318.
- ❖ ZAPATA-CARO, Juan Diego, *et al.* Graphene samples preparation and some possible uses in developing optical communication devices. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, 2015, no 75, p. 108-117.
- ❖ ZHANG, Yaqian, *et al.* Undulate Cu (111) Substrates: A Unique Surface for CVD Graphene Growth. *Journal of Electronic Materials*, 2015, vol. 44, no 10, p. 3550-3555.

V. ANEXOS

INSTRUMENTO 1 – CADENA DE CUSTODIA

ÁREA SOLICITANTE:							Cantidad de envases (Plástico / Vidrio / Bolsas)			Análisis requeridos / Preservantes			Observaciones
Procedencia:										Ph	Temperatura	Conductividad Eléctrica	
Fecha:													
Hora de inicio:		Hora de fin:											
Muestreo realizado por:													
SENACE <input type="checkbox"/>		OTRO <input type="checkbox"/>											
N° Muestr	Estación	Identificación	Fecha	Hora	Matriz*	P	V	B					
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													

(*) Matriz: AR: Agua Residual, AC: Agua de Consumo, ASUB: Agua Subterránea, AS: Agua Superficial, RRL: Residuos Líquidos, LIX: Lixiviados y Soluciones, LD: Lodos, SL: Suelos, SD: Sedimentos, RRSS: Residuos Sólidos, RRHH: Recursos Hidrobiológicos, O= Otros (especificar).

INSTRUMENTO 2 – ACTA DE TOMA DE MUESTRA

ACTA DE TOMA DE MUESTRA DE AGUA			
DATOS DE LA MUESTRA			
Muestra N°:		Cód. de muestra:	
Fecha:		Hora de toma:	
Estación:		Localidad:	
Departamento:			
DATOS DE QUIEN TOMÓ LA MUESTRA			
Nombre:		Teléfono:	
Firma			

ACTA DE TOMA DE MUESTRA DE AGUA			
DATOS DE LA MUESTRA			
Muestra N°:		Cód. de muestra:	
Fecha:		Hora de toma:	
Estación:		Localidad:	
Departamento:			
DATOS DE QUIEN TOMÓ LA MUESTRA			
Nombre:		Teléfono:	
Firma			

ACTA DE TOMA DE MUESTRA DE AGUA			
DATOS DE LA MUESTRA			
Muestra N°:		Cód. de muestra:	
Fecha:		Hora de toma:	
Estación:		Localidad:	
Departamento:			
DATOS DE QUIEN TOMÓ LA MUESTRA			
Nombre:		Teléfono:	
Firma			

**INSTRUMENTO 3 - CARACTERIZACIÓN DE MICROPLÁSTICOS
SECUNDARIOS**

Muestra	Cantidad	Tamaño de microplásticos		Color de Microplásticos
		Menor a 5 mm (unid)	Menor a 1mm (unid)	
P1- Primera Caracterización	80 mL			
P1- Filtro sin grafeno	80 mL			
P1- Filtro + 10 minutos de CVD de grafeno	80 mL			
P1- Filtro + 15 minutos de CVD de grafeno	80 mL			
P1- Filtro + 20 minutos de CVD de grafeno	80 mL			
P2 - Primera Caracterización	80 mL			
P2- Filtro sin grafeno	80 mL			
P2- Filtro + 10 minutos de CVD de grafeno	80 mL			
P2- Filtro + 15 minutos de CVD de grafeno	80 mL			
P2- Filtro + 20 minutos de CVD de grafeno	80 mL			
P3 - Primera Caracterización	80 mL			
P3- Filtro sin grafeno	80 mL			
P3- Filtro + 10 minutos de CVD de grafeno	80 mL			
P3- Filtro + 15 minutos de CVD de grafeno	80 mL			
P3- Filtro + 20 minutos de CVD de grafeno	100 mL			

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres:..... Laurena Valentin Gaudencio
 1.2. Cargo e institución donde labora:..... Docente UCV
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación:..... Instrumentos 1, 2, 3
 1.4. Autor(A) de Instrumento:..... Katherin Tapia Llerena

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											✓		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											✓		
3. ACTUALIDAD	Esta 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 la Hipótesis.											✓		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											✓		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											✓		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											✓		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											✓		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

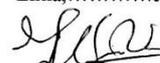
- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

Si

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90 %

Lima,.....⁰⁸.....Junio del 2018



FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No 87655092 Telf:.....

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Valencio Reyes Zambray
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docentes ucv
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Instrumentos 1, 2, 3
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Tapia Herrera Katherin Elizabeth

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												✓	
3. ACTUALIDAD	Esta 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 la Hipótesis.												✓	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												✓	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												✓	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												✓	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												✓	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

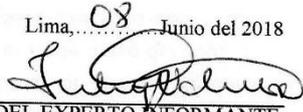
- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

Si

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90 %

Lima, 08 Junio del 2018


 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 4012501 Telf.: 920423060



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres:..... GÚERE SALAZAR FROESLA VANESSA.....
 1.2. Cargo e institución donde labora:..... DOCENTE - UCV.....
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación:..... Instrumento 1, 2, 3.....
 1.4. Autor(A) de Instrumento:..... Katherina Tapia Alexia.....

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.									/				
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.									/				
3. ACTUALIDAD	Esta 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 la Hipótesis.									/				
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.									/				
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.									/				
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las 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

Si
80

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

80 %

Lima, ... 12 ... Junio del 2018

[Firma] CIP: 131344
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 43566130 Telf.:

MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	CONCLUSIÓN
¿Cuál es el porcentaje de reducción de microplásticos secundarios en la superficie de agua marina a través del grafeno a nivel laboratorio?	Reducir los microplásticos secundarios en la superficie de agua marina a través del grafeno a nivel laboratorio.	Hi: Es posible reducir microplásticos secundarios a través del grafeno en agua superficial marina a nivel laboratorio.	El tercer tratamiento, que es el filtro de polietileno con 15 minutos de CVD de grafeno, es el más eficiente para la reducción de parámetros fisicoquímicos y microplásticos menor a 5 mm y 1mm.
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICOS	CONCLUSIÓN
¿Qué porcentaje de microplásticos secundarios menores a 5 mm son reducidos a través del grafeno en agua superficial marina a nivel laboratorio?	Determinar qué porcentaje de microplásticos secundarios menores a 5 mm son reducidos a través del grafeno en agua superficial marina a nivel laboratorio.	Hi: Es posible reducir microplásticos secundarios menor a 5 mm a través del grafeno en agua superficial marina a nivel laboratorio.	El mayor porcentaje de microplásticos secundarios menores a 5 mm que son reducidos a través del grafeno en agua superficial marina a nivel laboratorio es de 100%, resultado obtenido en el tercer tratamiento en las tres estaciones, P1, P2 y P3.
¿Qué porcentaje de microplásticos secundarios menores a 1 mm son reducidos a través del grafeno en agua superficial marina a nivel laboratorio?	Determinar qué porcentaje de microplásticos secundarios menores a 1 mm son reducidos a través del grafeno en agua superficial marina a nivel laboratorio.	Hi: Es posible reducir microplásticos secundarios menor a 1 mm a través del grafeno en agua superficial marina a nivel laboratorio.	El mayor porcentaje de microplásticos secundarios menores a 1 mm que son reducidos a través del grafeno en agua superficial marina a nivel laboratorio es de 100%, resultado obtenido en el tercer tratamiento en las estaciones P1 y P3.

EQUIPOS Y MATERIALES USADOS



Culer, depósitos de vidrio esterilizado.



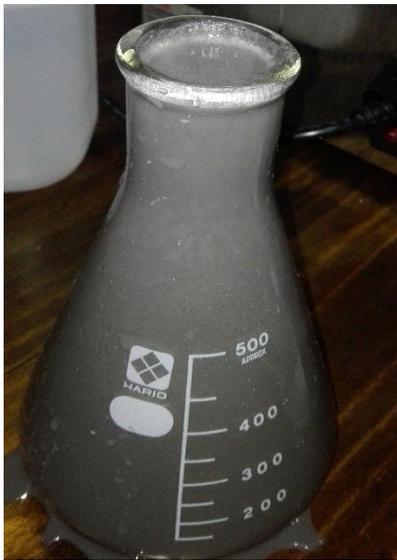
Homogenización de la muestra, vasos precipitados, probetas.



Agitación del Grafito puro y nitrato de amonio.



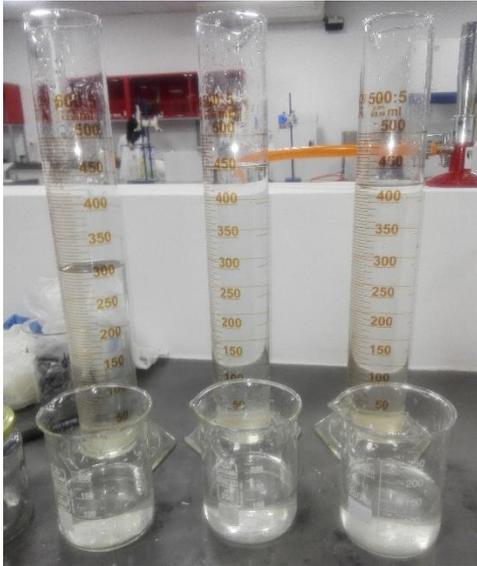
Sonicador.



Matraz, H₂O Destilada, H₂O₂.



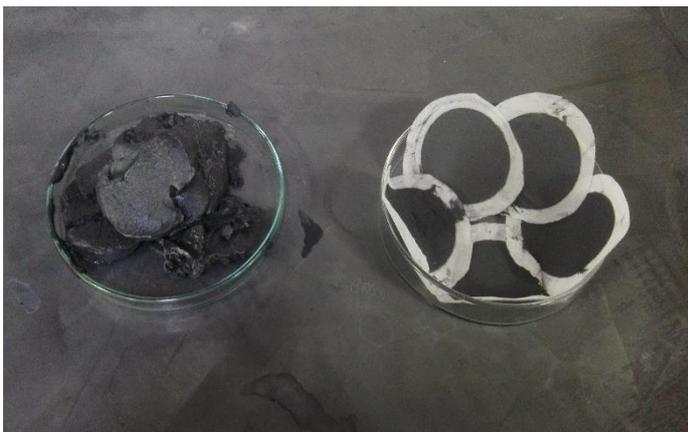
Agitador Magnético.



Muestras de 80 mL para cada tratamiento.



H₂O₂ al 10%, solución de HCl al 30%.



Primera filtración y Primera limpieza con HCl.



Balanza de gramos.

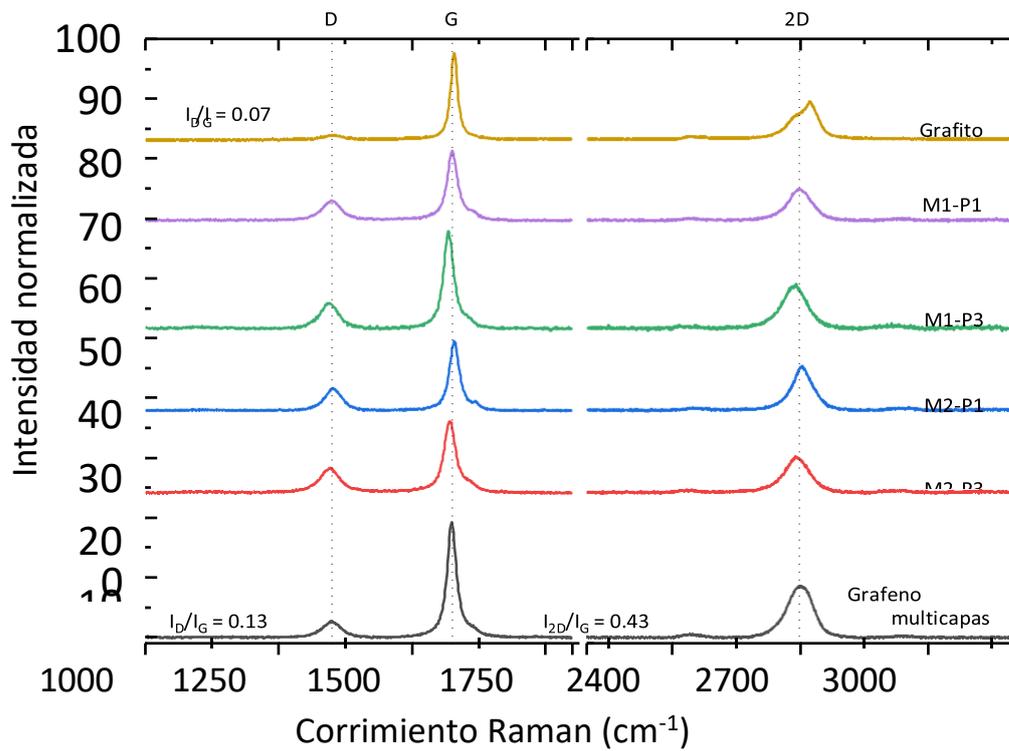


Bomba de Vacío.



Microondas SamSung

CARACTERIZACIÓN GRAFENO



1 Espectros de corrimiento micro Raman (x50) de las muestras M1 y M2 en las posiciones P1 y P3. La longitud de onda de excitación utilizada es de 514 nm correspondiente a un láser de argón. Se identifican las bandas D, G y 2D. Se incluyen espectros de referencia de Grafito y Grafeno multicapas.

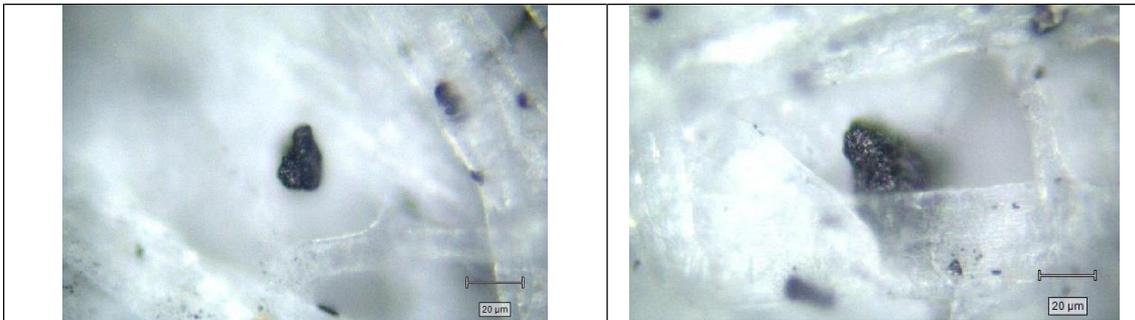


Fig. 2. Posiciones P1 y P3 de la muestra M1. Imágenes tomadas con un objetivo de x50

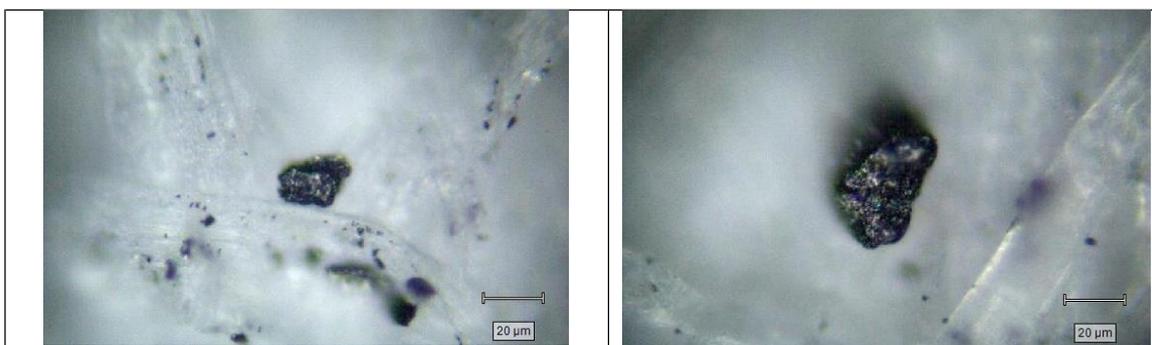
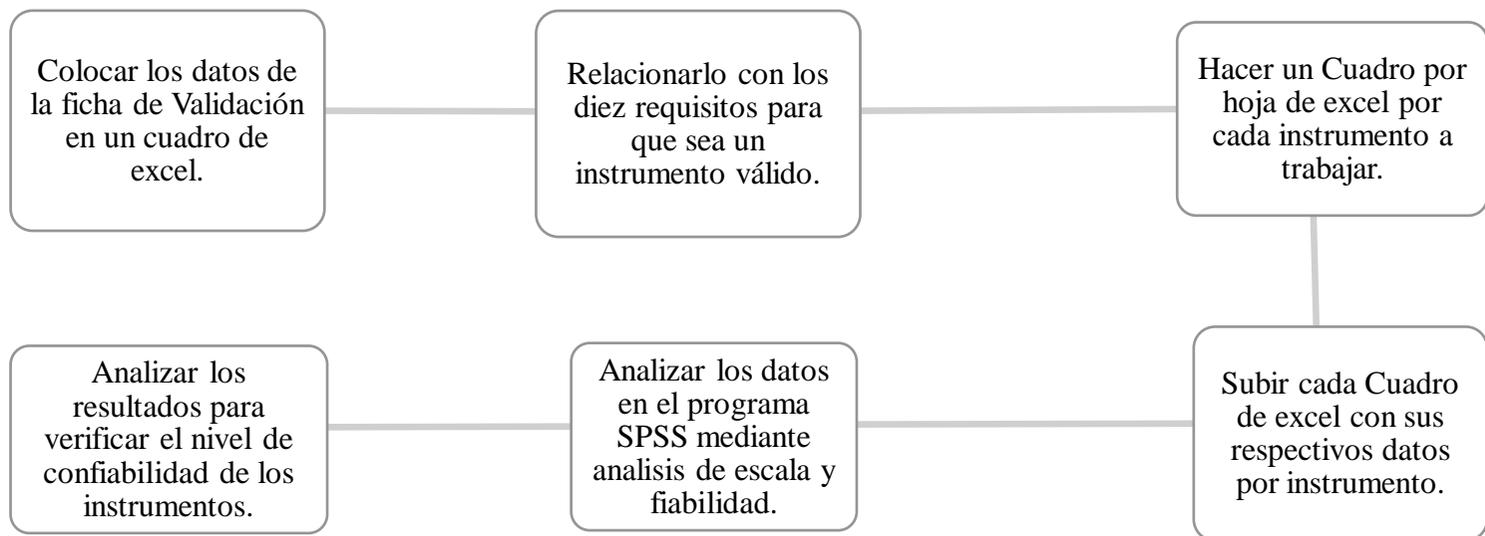


Fig. 3. Posiciones P1 y P3 de la muestra M2. Imágenes tomadas con un objetivo de x50

PROCEDIMIENTO DE ALFA DE CRONBACH



Jurados	CLARIDAD	OBJETIVIDAD	ACTUALIDAD	ORGANIZACIÓN	SUFICIENCIA	INTENCIONALIDAD	CONSISTECIA	COHERECIA	METODOLOGÍA	PERTINENCIA
Ing. Geólogo Laureano Valentin Gaudencio	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95
Magister Valencia Reyes Zanhy Leonor	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
Magister Guere Salazar Fiorella Vanessa	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80