



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AMBIENTAL**

Reducción de contaminantes orgánicos y biológicos de afluentes de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Ancón utilizando micronanoburbujas de aire y grafeno. Lima, 2019

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniera Ambiental

AUTORAS:

Br. Rudy Roxana Ayala Daza (ORCID: 0000-0002-3445-8787)

Br. Palmir Ponte Viera (ORCID: 0000-0002-2854-2560)

ASESOR:

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

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y Gestión de los Recursos Naturales

LIMA – PERÚ

2019

Dedicatoria

Con mucho cariño a nuestros magníficos padres por su apoyo incondicional en todo momento quien, con su dedicación, esfuerzo y mucho amor han guiado nuestros pasos para poder llegar a esta última etapa de nuestra formación académica.

Agradecimiento

Agradecemos en primer lugar a Dios por guiarnos en cada momento y darnos fuerza para seguir adelante y no rendirnos. A nuestros padres y familiares por su apoyo incondicional, su cariño y guía para poder lograr esta meta importante de nuestra vida.

Un agradecimiento especial a nuestro asesor Dr. Ing. Jhonny Valverde por guiarnos en nuestra tesis y por su paciencia que tuvo con nosotras.

PÁGINA DEL JURADO

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

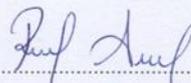
Nosotras, Ayala Daza, Roxana y Ponte Viera, Palmir, estudiantes de la Facultad de Ingeniería Ambiental de la Universidad Cesar Vallejo, identificadas con DNI: 47600678 y 71007613; y código universitario: 6700246510 y 670052907, con la tesis titulada **“Reducción de contaminantes orgánicos y biológicos de afluentes de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Ancón utilizando micronanoburbujas de aire y grafeno, Lima 2019”**.

Declaramos bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y autentica.

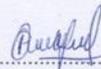
Así mismo, declaramos también que en general los datos e información incluidos en la presente tesis son auténticos y veraces.

Finalmente, asumimos toda la responsabilidad ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información, por lo que nos sometemos a lo establecido en las normas académicas de la Universidad Cesar Vallejo.

Lima, 10 de Julio del 2019



Ayala Daza, Rudy Roxana



Ponte Viera, Palmir

ÍNDICE

Carátula	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Página del Jurado	iv
Declaratoria de Autenticidad	v
Índice	vi
Índice de Tablas	vii
Índice de Figuras	viii
Resumen	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MÉTODO.....	29
2.1. Diseño de Investigación.....	29
2.2. Variables y Operacionalización	30
2.3. Población y Muestra	32
2.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos, Validez y Confiabilidad.....	32
2.5. Procedimiento.....	33
2.6. Métodos de Análisis de Datos	36
2.7. Aspectos Éticos	36
III. RESULTADOS.....	37
IV. DISCUSIÓN	74
V. CONCLUSIONES	74
VI. RECOMENDACIONES	75
REFERENCIAS.....	76
ANEXOS	85
ANEXO N° 01: TABLA DE MATRIZ DE CONSISTENCIA	85
ANEXO N° 02: FICHA N° 1 - CARACTERÍSTICAS DE LAS NANOBURBUJAS.....	86
ANEXO N° 03: FICHA N° 2 - CARACTERÍSTICAS DEL GRAFENO.....	87
ANEXO N° 04: FICHA N° 3 - CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AFLUENTE	88
ANEXO N° 05: FICHA N° 4 - CARGA ORGÁNICA Y CARGA BIOLÓGICA DEL AFLUENTE	89
ANEXO N° 06: VALIDACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS	90

ANEXO N° 07: LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA LOS EFLUENTES DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS O MUNICIPALES - DECRETO SUPREMO N° 003-2010-MINAM	102
ANEXO N° 08: ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL DS N°004-2017- MINAM.....	103
ANEXO N° 09: SÍNTESIS DEL GRAFENO	104
ANEXO N° 10: IMAGEN MICROSCÓPICA DE GRAFITO Y GRAFENO	107
ANEXO N° 11: CONSTANCIA DE MUESTRA ANALIZADA EN CAMPUCP.....	108
ANEXO N° 12: RESULTADOS DE LABORATORIO	109

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 01: Variables y Operacionalización.....	31
Tabla N° 02: Técnicas e instrumentos de recolección de datos	32
Tabla N° 03: Promedio de Validación.....	35
Tabla N° 04: Resultados iniciales de los parámetros Físicos	38
Tabla N° 05: Resultados de la medición inicial de Carga Orgánica	39
Tabla N° 06: Resultados de la medición inicial de Carga Biológica.....	40
Tabla N° 07: Resultados de los parámetros Físicos después del tratamiento	45
Tabla N° 08: Resultados de la medición de Carga Orgánica después del tratamiento	46
Tabla N° 09: Resultados de la medición de Carga Biológica después del tratamiento	47
Tabla N° 10: Resultados de la medición de Conductividad.....	52
Tabla N°11: Lecturas directas de los parámetros durante el ensayo	53
Tabla N° 12: Porcentaje de remoción de Turbiedad	60
Tabla N° 13: Porcentaje de remoción de DBO ₅	61
Tabla N° 14: Porcentaje de remoción de DQO.....	62
Tabla N° 15: Porcentaje de remoción de Coliformes Termotolerantes	63
Tabla N° 16: Resumen de procesamiento de casos.....	65
Tabla N° 17: Pruebas de normalidad	66
Tabla N° 18: Resultados de significancia de los parámetros Físicos	67
Tabla N° 19: Resumen de procesamiento de casos.....	68
Tabla N° 20: Pruebas de normalidad	69
Tabla N° 21: Resultados de significancia de Carga Orgánica.....	69
Tabla N° 22: Resumen de procesamiento de casos.....	70
Tabla N° 23: Pruebas de normalidad	70
Tabla N° 24: Resultados de significancia de Carga Biológica.....	71
Tabla N° 25: Estadísticas de muestras emparejadas	72
Tabla N° 26: Correlaciones de muestras emparejadas	72
Tabla N° 27: Prueba de muestras emparejadas	73

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pàg.
Figura N° 01: Mapa de proceso del tratamiento con micronanoburbujas	26
Figura N° 02: Una red enorme de grafeno.....	27
Figura N° 03: Ubicación del punto de la muestra recolectada.	33
Figura N° 04: Canal de agua residual doméstica, Ancón.	37
Figura N° 05: Toma de muestra inicial.	37
Figura N° 06: Medición de los parámetros de campo.....	38
Figura N° 07: Determinación de la Turbiedad, laboratorio de la UCV.....	39
Figura N° 08: Generador de MNB.	41
Figura N° 09: Recolección de la muestra tratada.	41
Figura N° 10: Filtración de la muestra obtenida con grafeno.	42
Figura N° 11: Muestras iniciales sin tratamiento.....	42
Figura N° 12: M1 - tratadas en los tres tiempos.	43
Figura N° 13: M2 - tratadas en los tres tiempos.	43
Figura N° 14: M3 - tratadas en los tres tiempos.	44
Figura N° 15: Muestras finales después del tratamiento con micronanoburbujas de aire y grafeno.	44
Figura N° 16: Medición de los parámetros físicos con el multi-parámetro.....	45
Figura N° 17: Medición de la micronanoburbujas.....	47
Figura N° 18: Medición de la micronanoburbujas.	48
Figura N° 19: Cantidad de micronanoburbujas en una gota de agua.	48
Figura N° 20: Medida promedio del diámetro de las micronanoburbujas.	49
Figura N° 21: Cantidad de micronanoburbujas por tiempo en una gota de agua	49
Figura N° 22: Espectro Raman en la banda G y 2D de la muestra de grafeno.....	52
Figura N° 23: Resultados de la turbidez en la M1, M2 y M3 a diferentes tiempos de tratamiento y cantidades de grafeno.	54
Figura N° 24: Resultados de la conductividad eléctrica en la M1, M2 y M3 a diferentes tiempos de tratamiento y cantidades de grafeno.	55
Figura N° 25: Porcentaje de remoción de turbidez.....	61
Figura N° 26: Porcentaje de remoción de la DBO ₅	62
Figura N° 27: Porcentaje de remoción de la DQO	63
Figura N° 28: Porcentaje de remoción de Coliformes Termotolerantes	64

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo utilizar las micronanoburbujas de aire y el grafeno, para la reducción de la carga orgánica y biológica de afluentes de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Ancón. Para poder realizar el estudio se tomó una muestra preliminar del afluente (3L), se determinó que la carga orgánica tuvo una concentración para Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) de 410 mg/L, Demanda Química de Oxígeno (DQO) de 483 mg/L, Coliformes Termotolerantes de 44,000 NMP/100mL y turbidez de 63.33 NTU.

Para realizar la parte experimental se utilizó un generador de micronanoburbujas de aire y grafeno; se realizaron 03 muestras de 20 litros con 03 repeticiones con tiempo de tratamiento de 20, 40 y 60 minutos, donde se utilizó 6, 12 y 18 gramos de grafeno respectivamente.

Los resultados de las muestras tratadas del afluente de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) Ancón fueron los siguientes : Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) se obtuvo una concentración de 87 mg/L que representa el 78.8% de reducción, Demanda Química de Oxígeno (DQO) tuvo una concentración de 114 mg/L que representa el 76.4 % de reducción, Coliformes Termotolerantes tuvo una concentración de 2,900 NMP/100mL que representa el 93.41% de reducción y turbidez tuvo una concentración de 12.4 NTU que representa el 80.11% de reducción. Concluyéndose que la aplicación de esta técnica fue eficiente, de manera que permitió la mejora de las características físicas y la reducción de carga orgánica y biológica de las aguas residuales.

Palabras clave: micronanoburbujas, grafeno, aguas residuales.

ABSTRACT

The present study aims to use the micronanobubbles of air and the graphene, for the reduction of the organic and biological load of affluent of the Ancón Wastewater Treatment Plant. To carry out the study a preliminary sample of the affluent was taken (3 L), the organic load was determined to have a concentration for BOD₅ of 410 mg/L, COD of 483 mg/L, Coliforms Thermotolerant of 44,000 NMP/100mL and turbidity of 63.33 NTU.

To perform the experimental part you can use a generator of air micronanobubbles and graphene; 03 samples of 20 liters were performed with 03 repetitions with treatment time of 20, 40 and 60 minutes, where 6, 12 and 18 grams of graphene are respectively.

The results of the treated samples of the affluent of the Ancon tratamiento plant were the following: BOD₅ a concentration of 87 mg/L representing 78.8% reduction was obtained, COD had a concentration of 114 mg/L representing 76.4% reduction, Thermotolerant Coliforms a concentration of 2,900 NMP/100 ml which represents the 93.41% reduction and turbidity a concentration of 12.4 NTU which represents the 80.11% reduction. Concluding that the application of this technique was efficient, in a way that specifies the improvement of physical characteristics and the reduction of organic and biological load of wastewater.

Keywords: micronanobubbles, graphene, wastewater.

I. INTRODUCCIÓN

Esta investigación tuvo como principal propósito utilizar las micronanoburbujas de aire y grafeno para la reducción de la carga orgánica y biológica en afluentes de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) Ancón; de tal manera que mediante esta técnica de tratamiento para aguas contaminadas puedan brindar a la población una mejor calidad de vida y generar un impacto positivo en la calidad del recurso hídrico. Unos de los principales problemas es la falta de conciencia ambiental, el crecimiento de la población y la industrialización, en donde se generan grandes cantidades de aguas residuales, asimismo la mayoría de esas aguas son descargados directamente sin tratamiento previo a los cuerpos receptores; siendo este uno de los principales factores de contaminación de nuestro ecosistema, afectando la calidad de agua y poniendo en riesgo la salud de la población. Esta investigación se justifica desde el aspecto económico, proponiendo la técnica de tratamiento con micronanoburbujas de aire y de grafeno para la reducción de contaminantes del afluente de las aguas residuales, por ser menos costosa y más eficiente. Por otro lado, en lo social contribuirá a mejorar la calidad de vida de las personas. Así mismo desde el aspecto ambiental se utiliza esta técnica por ser una tecnología limpia y amigable con el ambiente. La primera parte del presente estudio abarca la realidad problemática, antecedentes nacionales e internacionales, el marco referencial, la formulación del problema, justificación, objetivos, hipótesis. En la segunda parte del trabajo se determinó el tipo de investigación, nivel de investigación, diseño de investigación, población y muestra, variables y la operacionalización, técnicas e instrumentos de recolección de datos. En la tercera parte se presentan los resultados de acuerdo a los objetivos del trabajo de investigación. En la cuarta parte se describen, explican y discuten los resultados de la investigación con las teorías y antecedentes. En la última parte se dan las consideraciones finales de acuerdo al propósito del estudio.

La realidad problemática en los últimos años es la generación de grandes cantidades de aguas residuales al día, debido al crecimiento poblacional y la industrialización, de manera que la mayoría de esas aguas son descargados directamente sin tratamiento previo a los cuerpos receptores (ríos, lagos, mares); siendo este uno de los principales factores de contaminación de nuestro ecosistema, afectando la calidad de agua y poniendo en riesgo la salud de la población. En el Perú, según lo que informó la OEFA (2014), se genera alrededor de 2 217 946 m³ /día de aguas residuales descargadas a la red de alcantarillado de las Empresa Prestadora de Servicio (EPS), solo el 32% reciben tratamiento, además mencionó que, en las plantas de tratamiento, hay sobrecarga de aguas residuales domésticas, donde la infraestructura es deficiente, por lo que origina que los efluentes tratados sobrepasen los límites máximos permisibles (LMP). Según el Informe estadístico anual de la Dirección General de Asuntos Ambientales (2017), sobre la calidad de sus efluentes de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) Ancón, a pesar de realizado su tratamiento en algunos meses se superaron los límites Máximos Permisibles (LMP) de ciertos parámetros fisicoquímicos y biológicos, teniendo una concentración de Demanda Química de Oxígeno (DQO): 348 mg/L, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅): 190 mg/L y Coliformes Termotolerantes sobrepasaron los 10 000 NMP/100 mL. Ante estos problemas la preocupación de muchos investigadores conlleva a formular nuevas tecnologías de tratamiento que signifiquen menor presupuesto, tiempo y que sean amigable con el ambiente; siendo así tecnologías limpias. En la presente investigación se realizó el tratamiento de afluentes de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Ancón, donde se usó un generador de micronanoburbujas de aire y grafeno, en donde las muestras obtenidas después del tratamiento se llevaron al laboratorio para su respectivo análisis.

En tesis Nacionales: AGUILAR, (2016). En su investigación “Remoción de materia orgánica proveniente del proceso de pelambre utilizando nano burbujas en la curtiembre san Pedro”, cuyo objetivo fue remover la materia orgánica expresada en DBO₅ y DQO proveniente del proceso de pelambre, así como determinar las condiciones físico químicas del efluente antes de aplicar el tratamiento de micro-nano burbujas, como también las propiedades físicas y químicas aplicando el tratamiento. La metodología fue experimental con recepción de muestras en el efluente del proceso de pelambre. Para el estudio usó concentraciones de 200, 400, 800 mL del efluente denominado M1, M2 y M3 en tres vasos precipitados de 2000 mL. El diámetro de la micronano burbuja resultó 7µm. Donde se observaron como resultado los mayores porcentajes de reducción en: el DQO un

66.17% en la muestra M2, el DBO₅ un 69,41% en la muestra M1 y el SST un 98.57% en la muestra M2.

SALGUERO, (2017). En su investigación “**Reducción de la demanda bioquímica de oxígeno de las muestras de agua de la cuenca baja del río chillón mediante micronanoburbujas de aire y ozono**”, tuvo como objetivo fomentar la utilización de nuevas técnicas para realizar el tratamiento en aguas contaminadas con el fin de ofrecer a las pobladores una mejor calidad de vida, antes de realizar el tratamiento se recolectó muestras de agua del Rio Chillón, dando un análisis inicial de 173 mg/L ; después de realizar el tratamiento mediante micronanoburbujas se obtuvo un valor de 57.33 mg/L con una efectividad de reducción a un 66.86 % en un tiempo de 15 minutos, concluyendo que mayor tiempo de tratamiento se podría llegar a una efectividad a un 100 %.

NUÑEZ, 2017. En su investigación “**Tratamiento de aguas residuales de una Embotelladora de Bebidas Carbonatadas aplicando nanoburbujas de aire**”, tuvo como objetivo general demostrar en el tratamiento de las aguas residuales de una embotelladora de bebidas carbonatadas la influencia de la aplicación de las nanoburbujas de aire. A través de esta investigación se pretende disminuir los parámetros de DBO₅ y DQO con la aplicación de las nanoburbujas de aire, tomando en consideración los parámetros de campo que determinan la calidad del agua de pH, temperatura, conductividad eléctrica y turbidez, para determinar el estado en el que se encuentra el agua residual. La metodología utilizada fue pre experimental y de tipo aplicada. Se aplicaron las nanoburbujas de aire en las 3 muestras de 20 litros de agua residual de la Embotelladora de Bebidas Gaseosas, de las cuales se extrajeron 2 muestras: una a los 45 minutos y otra a los 90 minutos después de haber comenzado el tratamiento. Los resultados mostraron que el tratamiento con las nanoburbujas logró reducir de manera significativa la concentración de conductividad en un 8.4% (de 2500 μ S/cm a 2290 μ S/cm), la concentración de turbidez en un 71,97% (de 152 NTU a 42.6 NTU), la concentración de DBO₅ en un 99.89% (de 1892.7 mg/L a 1.9 mg/L) y la concentración de DQO en un 99.13% (de 3681 mg/L a 32 mg/L).

MENENDEZ, (2017). En su investigación “**Eficiencia de las micro-nano burbujas de ozono-aire para mejorar la calidad de las aguas residuales hospitalarias, lima 2017**”, tuvo como objetivo general determinar eficiencia de las micro-nano burbujas de

ozono-aire para la reducción de parámetros físicos, químicos y biológicos con el fin de mejorar la calidad de aguas residuales hospitalarias, donde las concentraciones iniciales de la muestra recolectada a las 8:00 a.m. para DBO₅ fue 132 mg/L, la DQO 374 mg/L y los SST 43 mg/L, para la muestra tomada a las 11:00am la DBO₅ fue 127 mg/L, la DQO₅ 297mg/L y los SST 110 mg/L , luego de aplicado el tratamiento en tiempos de 5 min. 10 min. y 15 min, se obtuvieron resultados deseables de reducción para el horario de 8:00 a.m. para DBO₅ en un 78.75% (5 min.: 27 mg/L, 10 min.: 14 mg/L y 15 min.: 13 mg/L), DQO₅ en 85.8% (5 min.: 44 mg/L, 10 min.: 30 mg/L y 15 min.: 13 mg/L), SST en 79.4%(5 min.: 13 mg/L, 10 min.: 8 mg/L y 15 min.: 9 mg/L) y para la turbiedad en 88.2%(5 min.: 6.84 NTU, 10 min.: 4.49 NTU y 15 min.: 4 NTU) y para el horario de 11:00 a.m. para DBO₅ en un 78.75% (5 min.: 28 mg/L, 10 min.: 23 mg/L y 15 min.: 21 mg/L), DQO en 85.8% (5 min.: 49 mg/L, 10 min.: 44 mg/L y 15 min.: 36 mg/L), SST en 79.4%(5 min.: 12 mg/L, 10 min.: 10 mg/L y 15 min.: 13 mg/L) y para la turbiedad en 88.2%(5 min.: 6.62 NTU, 10 min.: 6.01 NTU y 15 min.: 5.9 NTU).

TAPIA, (2017). En su investigación **“Reducción de salinidad de las aguas de la playa San Pedro – Lurín utilizando nanotecnología (grafenano) a escala laboratorio”**, tuvo como objetivo evaluar la eficiencia del uso del tratamiento de Nanotecnología para mejorar la calidad de las aguas de San Pedro, Lurín. La investigación se basó en dos etapas; en la primera etapa las muestras obtenidas se pasaron por el generador de MNBs, reduciendo los parámetros físicos y químicos; en la segunda etapa con tres proporciones de grafeno de 5gr, 10gr y 15gr se filtró el agua tratada con MNBs. Dando como resultados de Turbidez en 96% (de 27.57 NTU a 1.06 NTU), de conductividad en 65% (de 49.01 μ S/cm a 17.04 μ S/cm), de DBO₅ en 70% (de 2.42 mg/L a 0.72 mg/L) y una remoción de sales de 47% (de 34.46 g/L a 18.41 g/L). Concluyéndose que el sistema de reducción de sales utilizando Nanotecnología (Grafenano) a escala laboratorio mejora la calidad de uso de las aguas de San Pedro, Lurín.

VENTURA, (2017). En su investigación **“Tratamiento de Sanguaza de pescado del Mercado de Ancón utilizando micronanoburbujas de aire a escala laboratorio”**, tuvo como objetivo reducir las concentraciones de los parámetros físicos y químicos de las aguas de Sanguaza, provenientes de los puestos de pescado, en el que se utilizó el generador de micronanoburbujas de aire, el trabajo se realizó con una presión de 90 PSI y un caudal de 6.60 L/min. Las muestras tratadas se tomaron en tiempos de 30 min, 45 min y 60 min. Los

ensayos experimentales se hicieron en la Universidad César Vallejo, se analizaron las aguas antes del tratamiento, obteniendo como resultados iniciales para la muestra 1 y muestra 2 de los parámetros turbidez (467.4 NTU y 332.2 NTU), DBO₅ (474 mg/L y 410 mg/L) y DQO (503.44 mg/L y 474.64 mg/L). Las repeticiones fueron 5 veces con diferentes concentraciones de las muestras, la más relevante fue la repetición N° 4 hubo eficiencia en cada parámetro, en donde la muestra 1 en los parámetros de turbidez disminuyó en 78,7% (30 min.: 162 NTU, 45 min.: 103,75 NTU y 60 min.: 78 NTU), la DBO₅ en 45,12% (30 min.: 356 mg/L, 45 min.: 220 mg/L y 60 min.: 140 mg/L) y DQO 44,03% (30 min.: 402.46 mg/L, 45 min.: 258.94 mg/L y 60 min.: 158.66 mg/L) y para la muestra 2 parámetros de turbidez disminuyó en 78,7% (30 min.: 180 NTU, 45 min.: 119 NTU y 60 min.: 88.8 NTU), la DBO₅ en 45,12% (30 min.: 322 mg/L, 45 min.: 226 mg/L y 60 min.: 128 mg/L) y DQO 44,03% (30 min.: 396.92 mg/L, 45 min.: 262.2 mg/L y 60 min.: 42.2 mg/L), Se concluye que las micro-nanoburbujas reduce eficazmente las concentraciones de los parámetros de las aguas de Sanguaza.

MORIKAWA, (2012). En su artículo “Tratamiento y transferencia tecnológica para la recuperación del agua y conservación del medio ambiente en el humedal “el cascajo” en Perú”, Menciona que desde el 2010 empezó a investigar sobre el estado crítico en la que se hallaba humedal debido a la acumulación de residuos orgánicos en un 99% ,originando el incremento de especies invasoras, por lo cual decidió implementar el sistema nanotecnológico, usando la técnica de nanoburbujeo y los biofiltros, en enero de ese año se iniciaron los trabajos para la recuperación del humedal El Cascajo .

Antes de realizar el tratamiento se tomó un análisis inicial del agua, el cual sobrepasaba los límites permisibles, siendo DQO: 1380.0 mg/L, Fósforos totales: 10.5 mg/L, Nitrógenos totales: 167.0 mg/L, mediante el tratamiento de nanoburbujeo en menos de dos meses se logró reducir el nivel de contaminación dando los siguientes resultados :DQO: 79.5 mg/L, Fósforos totales: 2.5 mg/L Nitrógenos totales: 23.7 mg/L. Iniciado el proyecto a los siete meses las aguas ya se encontraban en proceso de recuperación.

MACASSI, (2017). En su tesis “Comportamiento de un sistema de nanoburbujeo en el tratamiento para reducir los niveles de contaminación de aguas residuales domésticas de la provincia de Concepción”, propuso la técnica de nanoburbujas para tratar las aguas

residuales de la planta de tratamiento Doris Mendoza Paredes con el objetivo de reducir la carga contaminante, para realizar la parte experimental se instaló un tanque reactor acompañado de un generador de nanoburbujas a través del método de Venturi, el cual tiene una capacidad de un metro cúbico de agua residual, se realizó en diferentes tiempos de inyección de aire en 2, 4, 6, 8 y 10 horas. Para el tiempo de 2 horas teniendo un caudal de 0,1389 L/s la reducción de DQO fue mínimo siendo 0,87%; en 8 horas con un caudal de 0,0347 L/s se logró alcanzar un porcentaje considerable de reducción de DQO en un 79,92%. y; para 10 horas con un flujo de 0,0278 L/s no se obtuvo un incremento considerable en la remoción de contaminantes en comparación con los valores obtenidos a las 8 horas de tratamiento.

En Tesis Internacionales: AZEBEDO et al. (2016). En su investigación “**Dispersiones acuosas de nanoburbujas**”, menciona que las nanoburbujas (NB) tienen propiedades interesantes y peculiares, como alta estabilidad, longevidad y alta superficie área por volumen, que conduce a aplicaciones importantes en minería-metalurgia y áreas ambientales. Los NB también son de interés en estudios de fenómenos interfaciales que implican atracción hidrofóbica de largo alcance, microfluidos y adsorción en superficies hidrofóbicas. Sin embargo, hay pocos datos disponibles sobre generación efectiva de dispersiones acuosas concentradas de NB y en sus propiedades fisicoquímicas e interfaciales. En la parte experimental, el aire fue disuelto en agua a pH 7 con diferentes presiones, y se despresurizó un flujo a través de una válvula de aguja para generar NBs de 150-200 nm (diámetro medio) y MB-microburbujas (aproximadamente 70 Lm). Los resultados evidenciaron que se obtuvo una alta concentración de NB al disminuir la presión de saturación y la tensión superficial. El número de NB, a 2.5 bar, aumentó de 1.0×10^8 NB mL⁻¹ a 72,5 mN m⁻¹ a $1,6 \times 10^9$ NB mL⁻¹ a 49 mN m⁻¹ (100 mg L⁻¹ a-Terpineol). Los NBs significan que el diámetro y la concentración varían solo ligeramente dentro de los 14 días, lo que demuestra la alta estabilidad de estas dispersiones acuosas de NB altamente concentradas.

ANDINET et al. (2016). En su investigación “**Extensión y persistencia de la mejora del oxígeno disuelto usando nanoburbujas**”, en este estudio, el cambio en el oxígeno disuelto en agua (DO) se analizó bajo varias calidades sintéticas de agua y aplicación de nanoburbujas (NB) condiciones, tales como tipo de gas, DO inicial, así como contenido de agua disuelta,

suspendida y materia orgánica. Cuando el oxígeno, en lugar del aire, se introdujo en agua ultrapura desorbida con nitrógeno, el tiempo de estancamiento aumentó significativamente. Tomó diez días para la concentración de OD volver a la saturación. Cuanto mayor sea la concentración inicial de DO, más largas se observaron partículas por encima de la saturación debido a la estabilidad de las partículas mejora. Se encontró que la tasa de transferencia de masa de oxígeno de 0.0482 mg/L/min alcanzaba un máximo a una concentración electrolítica de 0.75 g/L, más allá del cual la tasa de transferencia disminuyó debido a la adsorción de iones negativos del electrolito en la interfaz. Los altos niveles de turbidez causaron por sólidos en suspensión se han convertido en una barrera para la disolución del oxígeno de NB en la solución de agua y, por lo tanto, afecta el rendimiento de la transferencia. Por otro lado, aplicando NB durante solo una hora, se logró una degradación de glucosa de hasta 7.2% como materia orgánica representativa. Así, La tecnología de NB mantendría una gran extensión de DO durante un período prolongado, y de esta forma puede mejorar la calidad del agua siempre que la química del agua es monitoreada de cerca durante su aplicación.

KYZAS et al. (2016). En su investigación “Óxido de grafeno y su aplicación como un adsorbente para el tratamiento de aguas residuales” esta investigación indaga el uso de óxido de grafeno (GO) y óxido de grafeno reducido (RGO) en la matriz de poliamida de una membrana de TFC. GO y RGO tiene el potencial de alterar el intercambio de selectividad de permeabilidad al ofrecer nanocanales para que las moléculas de agua atraviesen, protegen la poliamida de pequeñas cantidades de cloro, así como aumentar la hidrofiliidad de la membrana reduciendo así potencial de bioincrustación. Este proyecto se centra en los impactos de GO en la permeabilidad compromiso de selectividad. La hipótesis de este trabajo es que la permeabilidad y la selectividad de GO puede ajustarse controlando el nivel de oxidación del material. Para probar esta hipótesis, se produjo una gama de materiales GO en el laboratorio utilizando diferentes oxidaciones de grafito métodos. Los GO sintetizados se caracterizaron por difracción de rayos X y microscopía de fotoelectrones para mostrar que el espaciado es una función del contenido de oxígeno GO. A partir de estos materiales, se seleccionaron dos debido a su espaciado de lámina óptimo entre 3.4 y 7 angstroms e integrado en la desalinización. Este trabajo el cobre fue el primero y el mejor adsorbido. La eliminación de iones de zinc por los adsorbentes a base de hierro también fue examinada. Se informó que la capacidad máxima de Zn^{2+} , adsorbida efectivamente por GO, fue de hasta 246 mg/g⁻¹ con una constante de equilibrio de adsorción de Langmuir de 5.7/L g⁻¹ (a 20 ° C)

48. Los parámetros termodinámicos calculados a partir de la temperatura Las isothermas de absorción sugieren que la absorción de Zn^{2+} , en GO es un proceso exotérmico y espontáneo en la naturaleza; sin embargo, también aumentó el coeficiente de permeabilidad a la sal de la membrana. Futuro Se proponen instrucciones de investigación para superar esta limitación.

MARQUEZ, (2014). En su investigación “**Alternativas de recolección y tratamiento de aguas residuales domésticas para pequeñas comunidades en el Departamento de Sucre**”, el objetivo es el planteamiento de alternativas de recolección de aguas residuales y su tratamiento de alternativo de aguas residuales para pequeñas comunidades. La metodología utilizada es de tipo descriptivo explicativo con diseño experimental. En la tesis desarrolla diferentes alternativas para la recolección y tratamiento de las aguas residuales domesticas proponiendo tanque séptico de concreto y prefabricados, así mismo para la infiltración del agua tratada propone zanjas de infiltración. La investigación es relevante porque contribuye a dar solución al problema de la disposición de excretas en zonas rurales y a la reducción de la contaminación ambiental mediante las alternativas propuestas.

ZUBIR, (2015). En su investigación “**Óxido de grafeno - Nanocompuestos de óxido de hierro para la remediación de aguas residuales contaminadas con colorante**”, menciona que la comunidad científica ha utilizado arcilla, alúmina, zeolita y materiales carbonosos como el carbón activado y los nanotubos de carbono como soportes catalíticos de elección. Sin embargo, existe una brecha de conocimiento asociada con el uso de una alta relación de aspecto 2D (dimensión) de óxido de grafeno (GO) como un soporte de catalizador alternativo. Asimismo, las condiciones operativas de la reacción heterogénea de Fenton se evaluaron y modelaron en función de la dosificación de nanocompuestos, pH, temperatura, oxidante y concentraciones de colorante. Los mejores resultados mostraron una rápida degradación del 80% en ~ 20 min, mientras que ~ 98% de AO7 se eliminó con éxito después de 180 min de tiempo de reacción. Se determinaron las condiciones óptimas para nanocompuestos (GO (5% en peso) - Fe_3O_4) a la dosis de catalizador de 0.2 g L^{-1} , pH inicial de 3 y 22 mM de concentración de H_2O_2 a 298 K. En esta tesis, se investigaron sistemáticamente las propiedades estructurales y fisicoquímicas del catalizador resultante con su correspondiente actividad catalítica. Con este fin, se propuso la interacción sinérgica entre las nanopartículas de óxido de hierro inmovilizadas (GO) y las nanopartículas de Fe_3O_4

para una degradación oxidativa del tinte sintético naranja (AO7), que es un importante contaminante del agua proveniente de la producción textil.

RAVISHANKAR, (2017). En su investigación “**Sintetizar nuevos adsorbentes y membranas utilizando óxido de grafeno (GO) para eliminar los iones de plomo de las soluciones acuosas**”, el presente estudio se investigó la aplicación de óxido de grafeno (GO) para el tratamiento del plomo a través de tres tecnologías de tratamiento, a saber, la adsorción, el proceso de separación con membrana y el MBR. En el estudio actual, se sintetizó un nano-sorbente magnético basado en óxido de grafeno (GO). Esto se hizo mediante el ensamblaje de las nano-hojas GO sobre las nanopartículas de Fe_3O_4 (magnetita) que se recubrieron sobre la superficie de las nano-perlas de poliestireno (denotadas como PS Fe_3O_4 GO). Se demostró que la aplicación de un campo magnético externo separa el nano-sorbente unido al ion plomo de la solución, lo que solucionaría los problemas de agregación y separación después de la adsorción de metales pesados. Se realizaron estudios preliminares de eliminación de plomo y, tras obtener resultados exitosos, se optimizaron parámetros como el pH, la temperatura y el tiempo de contacto para una eliminación efectiva. El nano-sorbente (PS @ Fe_3O_4 @ GO) sintetizado para la adsorción de iones de plomo mostró una eliminación máxima de 93.78%. Esto se logró en una condición operativa de tiempo de contacto = 8h, temperatura = 35 C y pH = 6. La adsorción siguió la cinética de pseudo primer orden y el modelo de isoterma de adsorción de Langmuir. La capacidad de adsorción del nano-sorbente se estimó en 73,52 mg/g. El papel de GO en la eliminación de los iones de plomo se confirmó mediante los resultados de FT-IR y XPS, y mostró que la eliminación se debió principalmente a la atracción electrostática y la quelación de los iones de plomo en la superficie de GO; aunque la eliminación disminuyó a 40% al final del cuarto ciclo, se demostró que el adsorbente tenía potencial de regeneración y, por lo tanto, reutilización. La cinética y la isoterma para la adsorción de plomo se estudiaron y se encontró que siguen la cinética de pseudo primer orden y el modelo de isoterma de adsorción de Langmuir. Se demostró una eliminación máxima de plomo del 94% y el mecanismo de adsorción se atribuyó a la atracción electrostática seguida de la quelación de los iones de plomo en los grupos carboxilo e hidroxilo de GO.

NIG GAN et al. (2014). En su investigación “**Un nuevo adsorbente compuesto de óxido de grafeno magnético para eliminar residuos de trazas de éteres de difenilo**”

polibromados en agua” el propósito de este estudio fue desarrollar un método fácil para la fabricación de un absorbente compuesto de grafeno magnético estable y reutilizable para eliminar los niveles de trazas de éteres de difenilo polibromados en el tratamiento del agua. Las nanopartículas con estructura de núcleo-cubierta de poli (Fe_3O_4 PDDA) (poli (cloruro de dialildimetilamonio) (PDDA)) se sintetizaron primero, y luego se colocó el ADN sobre la superficie de óxido de grafeno (GO_x) para preparar el compuesto de ADN GO_x polianiónico. Los materiales anteriores se mezclaron y se adhirieron juntos a través de la tecnología sol-gel. Por lo tanto, se preparó el absorbente compuesto de ADN Fe_3O_4 PDDA/ GO_x . Su rendimiento se probó mediante extracción en fase sólida dispersa y cromatografía de gases/espectrometría de masas (GC/MS) para eliminar seis tipos de éteres difenílicos polibromados (BDE) indicativos en muestras de agua. Los porcentajes de eliminación de varias muestras reales para seis tipos de BDE (BDE17, BDE28, BDE 71, BDE 47, BDE 66, BDE 100) en el orden de magnitud ng/mL estuvieron en el rango de 88.2% a 99.1%. El porcentaje de eliminación todavía alcanzó el 80,0% cuando el adsorbente se reutilizó al menos 20 veces. Los resultados sugirieron que el absorbente magnético puede obviamente eliminar niveles de traza de BDE de grandes volúmenes de soluciones acuosas en la limpieza de la contaminación ambiental con una alta eficiencia de remoción.

ROLÓN, (2015). En su investigación **“Evaluación de la planta de tratamiento de aguas residuales Quetzalapan-Sedeño del municipio de banderilla, Veracruz”**, señala que el funcionamiento del sistema de planta de tratamiento de aguas residuales tiene un caudal que esta entre 25.9 L/s y 32 L/s, se ha obtenido características fisicoquímicas del afluente, reactor biológico y efluente. La carga orgánica volumétrica (COV), la eficiencia de remoción de DBO_5 , DQO y SST, fueron de 0.69 $\text{DBO}_5/\text{m}^3\text{-d}$, 1.90 kg $\text{DBO}_5/\text{kg SSVLM-d}$, 9.78 horas, 82.59%, 85.51% y 86.84%, respectivamente. La planta de tratamiento cumple con la Normatividad Oficial Mexicana NOM001- SEMARNAT-1996, sin embargo, los valores presentados en los parámetros de operación no son los recomendados para este sistema, lo que indica que no está operando de manera correcta.

TSAI et al. (2017). En su investigación **“Tecnología de flotación de nanoburbujas con proceso de coagulación para el tratamiento rentable del pulido mecánico químico de aguas residuales”** esta investigación indaga sobre la viabilidad de la tecnología de flotación de nanoburbujas (NBFT) con proceso de coagulación/floculación para el tratamiento

mejorado de las aguas residuales de pulido mecánico químico (CMP) se investigó a través de experimentos de laboratorio y a escala piloto. Como precursor, se identificó la combinación efectiva de activador/colector utilizando un reactor de flotación a escala de laboratorio. Los resultados mostraron que el cloruro de polialuminio (PAC)/oleato sódico (NaOl) era la mejor combinación de activador/colector, respectivamente, y su aplicación en el NBFT con el proceso de coagulación aumentó la eficiencia de clarificación de aguas residuales en un 40% en comparación con el proceso tradicional de coagulación/floculación. Más del 95% de turbidez, sólidos totales y eficiencias totales de eliminación de sílice se observaron en los experimentos de flotación a escala piloto. A partir de los resultados, se encontró que NBFT con proceso de coagulación podría realizarse eficazmente a una concentración óptima de PAC de 50–60 mg/L (como Al), concentración de NaOl de 5-10 mg/L con una relación de reciclaje de 10-20% y 1 h de tiempo de retención hidráulica HRT. La evaluación de costos y desempeño reflejaba que las aguas residuales de la CMP podían tratarse de manera eficiente a un costo mínimo utilizando el enfoque actual.

ZHIRAN et al (2016). En su investigación. “Remediación de contaminados orgánicos de aguas subterráneas por micro-nanoburbujas de ozono” Menciona que hoy en día la contaminación de las aguas subterráneas se propaga ampliamente en China. Los contaminantes orgánicos son de interés público, ya que son tóxicos y con un ciclo largo, lo que causa un considerable costo de remediación. Se necesitan urgentemente las innovadoras tecnologías de remediación. En este artículo, se propuso la tecnología de micro-nano burbujas (MNB) con el método de oxidación del ozono, y se realizaron pruebas de laboratorio para la remediación de aguas superficiales y subterráneas para degradar el naranja metilo, que fue seleccionada como la representante Contaminante. En la prueba, el agua desionizada se utilizó para configurar la solución de naranja metilo de cierta concentración, luego las concentraciones de metila naranja fueron monitoreadas durante el proceso de tratamiento de macro burbujas de ozono, MNB de oxígeno, y ozone MNBs. un diámetro de 4,0-4,5 mm para simular un suelo altamente permeable, y las concentraciones de naranja metilo y el ozono disuelto se midieron durante la remediación de las aguas subterráneas por MNB de ozono. Los resultados indicaron que los MNB de oxígeno no degradaban la naranja metila, mientras que el efecto de degradación de las burbujas de ozono era evidente. El efecto de degradación de los MNB de ozono puede incluso ser 41 veces mayor que las macroburbujas de ozono para el agua superficial contaminada. Las pruebas

de remediación de aguas subterráneas verificaron además que los MNB de ozono tienen una capacidad significativa en la remediación del subsuelo contaminado orgánico.

QIONG (2017). En su investigación **“Aplicación de los compuestos de grafeno/ZnO en el tratamiento de Aguas Residuales”**. Menciona que el problema de los residuos de drogas en el medio acuático ha despertado una preocupación generalizada tanto en el hogar como Extranjero. Los medicamentos o sus metabolitos no completamente absorbidos se drenarán en las aguas residuales urbanas u hospitalarias través de la orina, excreción fecal u otras rutas, y no se puede eliminar completamente con la tecnología existente de las plantas de tratamiento de aguas residuales, probablemente formando en el medio hídrico la contaminación "pseudo persistente" que amenaza el medio ambiente ecológico y la salud humana. En este artículo, los compuestos de nanoóxido de zinc/grafeno se han preparado con el óxido de grafeno y el nanoóxido de zinc como precursores. Luego el fotocatalítico actividad de los compuestos se ha probado bajo lámpara de xenón de 300W en el antibiótico ceftazidime simulado Aguas residuales. Además, este documento estudia el efecto del valor de pH de la solución en la aplicación de los compuestos de grafeno/ZnO en la degradación de ceftazidime, así como los efectos de las aguas residuales iniciales la concentración en el tiempo de degradación lleva a cabo el análisis cinético. Los resultados muestran que la tasa de degradación del ceftazidime está sujeta al valor de pH. Y al valor de pH de 5, la tasa de degradación es el más alto con un 78,8%, por lo que 5 ha sido seleccionado como el valor de pH de la solución ceftazidime.

TEKILE et al (2016). En su investigación **“Efecto de los parámetros de funcionamiento del generador de microburbujas en la eficiencia de transferencia de oxígeno en el agua”** Este estudio utilizó el generador de microburbujas de orificio multietapa para investigar las características de formación de oxígeno disuelto (DO) y para aumentar su eficiencia, considerando la presión del saturador, el suministro de agua y los caudales de gas como los principales factores de operación. El efecto de cambiar los parámetros se describió en términos de rendimiento de disolución utilizando la velocidad de transferencia de masa volumétrica, que es un elemento muy importante para el diseño y el escalado del aireador. Se tomaron valores de presión de 1 a 6 atm para el análisis. Para mejorar la eficiencia de transferencia de oxígeno del orificio multietapa, la línea de suministro interno se controló para hacer circular el agua de las burbujas hasta 300% ciclismo. El coeficiente de

transferencia de masa volumétrica estaba limitado por debajo de 0,01 por minuto para el aire; sin embargo, el valor varió de 0.10 a 0.13 por min para el oxígeno a un caudal de 4.5 L/min, mostrando un patrón creciente con presión. La característica de transferencia se duplicó, con la relación de circulación aplicada, porque la circulación podía multiplicar el número de microburbujas. El examen de las diversas condiciones de funcionamiento dentro del rango establecido para el costo de generar 1 kg de DO, bajo una velocidad de inyección de gas de 1,27 m/s, una mayor presurización líquida mostró un menor costo por producción en caso de oxígeno que el aire. Por lo tanto, el entorno de área de fondo de agua natural se puede mejorar económicamente utilizando microburbujas de oxígeno, teniendo en cuenta la disolución excesiva.

GURUNG, et al (2016). En su artículo “**Los fenómenos fundamentales de las nanoburbujas y su comportamiento en las tecnologías de tratamiento de aguas residuales**”, menciona la importancia de las nanoburbujas es ampliamente reconocida, particularmente en términos de su papel con respecto al tamaño y la estabilidad de la burbuja. Las nanoburbujas son pequeñas burbujas esféricas en forma de tapa y tienen varias características físicas y mecánicas únicas. La longevidad, la desaparición virtual de la flotabilidad, la alta presión interna, la relación superficie / volumen extremadamente grande, la alta tasa de disolución de oxígeno y la generación de radicales libres son las características importantes de las nanoburbujas. Sus características peculiares han llevado a muchas aplicaciones en los diversos campos de la ciencia y la tecnología, incluidos los campos industriales, biológicos y médicos. Este documento tiene como objetivo proporcionar un estado de la técnica para la tecnología de nanoburbujas. Se revisan los fundamentos sobre la existencia y la estabilidad de las nanoburbujas. Se revisa la comprensión de los valores potenciales de zeta en nanoburbujas. Se revisan los métodos actuales de generación y medición de nanoburbujas. Finalmente, se discuten las aplicaciones actuales y las prometedoras aplicaciones potenciales de nanoburbujas, como la aplicación de nanoburbujas en tecnología de flotación, aplicaciones de nanoburbujas como agentes de limpieza y aplicaciones de nanoburbujas en la degradación de contaminantes orgánicos. A pesar de sus fantásticas propiedades, el uso de la tecnología de nanoburbujas se limita a aplicaciones médicas. Por lo tanto, los desarrollos recientes en la tecnología de nanoburbujas son fascinantes y prometedores, pero también desafiantes.

WEN, et al (2014). En su artículo “**Estudios de caso de microburbujas en el tratamiento de aguas residuales**”, menciona que se diseñó y probó un método de separación física que utiliza un sistema de flotación que emplea microburbujas como alternativa a los sistemas convencionales de flotación por aire disuelto (DAF). El sistema propuesto es un tratamiento de microburbujas respetuoso con el medio ambiente que utiliza aire, ozono y gases de CO₂ y prácticamente no requiere productos químicos. Se han investigado tres estudios de caso en este documento que verifican la eficacia de las microburbujas en el tratamiento de aguas residuales, a saber, (i) tratamiento de aguas residuales oleosas derivadas de la limpieza del casco de un buque tanque, (ii) tratamiento del agua de lavandería del hotel, y (iii) tratamiento del agua del estanque de peces. Después del tratamiento con microburbujas, se determinó que el agua tratada era adecuada para reciclar o descargar al medio ambiente. Los resultados de la prueba muestran que tanto la microburbuja de aire como la de ozono en los tratamientos de aguas residuales lograron grandes reducciones en TSS, BOD y COD en las muestras analizadas.

KAUSHIK, et al (2017). En su artículo “**Tecnología de microburbujas: campo emergente para el tratamiento del agua**”, menciona que la tecnología de microburbujas ha atraído gran atención debido a su amplia aplicación en muchos campos de la ciencia y la tecnología, incluido el tratamiento del agua, la ingeniería biomédica y los nanomateriales. Se describen brevemente los medios para generar microburbujas y sus propiedades. Se presenta una revisión de los mecanismos de producción de radicales libres a partir de microburbujas, con enfoque en el tratamiento del agua. Se concluye que, debido a su capacidad para producir radicales libres, las microburbujas tienen un gran potencial para la aplicación a gran escala en el tratamiento de aguas y efluentes residuales y, por lo tanto, deberían ser un fuerte foco de investigación y desarrollo de procesos.

GUO, et al (2015) “**Preparación de óxido de grafeno a base de Hidrogeles como adsorbentes de tinte eficientes para Tratamiento de aguas residuales**”, menciona que las láminas de óxido de grafeno (GO) exhiben una capacidad de adsorción superior para eliminar contaminantes orgánicos del tinte de una solución acuosa. En este documento, los hidrogeles GO/PEI se lograron mediante enlaces de hidrógeno e interacciones electrostáticas. entre láminas PEI y GO ricas en aminos. Tanto para el azul de metileno (MB) como para la rodamina B (RhB), los hidrogeles preparados exhiben tasas de eliminación dentro de aproximadamente 4 h de acuerdo con el modelo de pseudo-segundo orden. La

capacidad de adsorción de tinte del hidrogel se atribuye principalmente a las hojas GO, mientras que el PEI se incorporó para facilitar la gelificación proceso de hojas GO. Más importante aún, los hidrogeles adsorbidos con colorante pueden separarse convenientemente de una solución acuosa. medio ambiente, lo que sugiere posibles aplicaciones a gran escala de los hidrogeles basados en GO para la eliminación de colorantes orgánicos y tratamiento de aguas residuales.

IKEURA, et al (2017). En su artículo “Efecto de las microburbujas en el cultivo hidropónico de flujo profundo sobre el crecimiento de espinacas”, menciona que el aire microburbujado puede suministrarse eficientemente a la solución de cultivo, ya que las microburbujas se disuelven más eficientemente en agua que las miliburbujas. Para establecer un método mejorado de suministro de aire en el cultivo hidropónico de vegetales, se aplicaron microburbujas usando la técnica de flujo profundo a un sistema de cultivo hidropónico de espinacas. La espinaca se cultivó en microburbujas tratadas con solución de cultivo durante 21 días, luego se cosechó y midió el crecimiento y las concentraciones de componentes inorgánicos y clorofila en la lámina de la hoja. Los resultados mostraron que las microburbujas aplicadas a la solución de cultivo promovieron el crecimiento de las espinacas más que eso por miliburbujas. Usando microburbujas, los cultivares mantuvieron una alta concentración de oxígeno disuelto en la etapa de crecimiento medio, durante el cual la concentración de oxígeno disuelto en la solución de cultivo se redujo por la respiración activa de la raíz. Este resultado sugiere que las microburbujas son más efectivas que las miliburbujas en el cultivo hidropónico de vegetales.

SEAN, (2015). En su investigación “Membranas de grafeno monocapa nanoporosa para la purificación del agua: del concepto a la realización”, menciona que la membrana de grafeno resultante exhibe un comportamiento de transporte selectivo consistente con modelos teóricos recientes. En tiempos cortos de oxidación química, los cationes cargados positivamente penetraron selectivamente a través de la membrana sobre aniones cargados negativamente, mientras que en tiempos largos de oxidación química pequeñas sales se difundieron a través de la membrana preferentemente sobre tintes orgánicos más grandes. Bajo ósmosis directa, la membrana filtró del agua una sal multivalente de 0,8 nm de tamaño con una tasa de rechazo del 67% y un colorante orgánico de 500 Da con una tasa de rechazo del ~ 85%, mientras que exhibía una permeabilidad al agua de acuerdo con los modelos analíticos.

XU, (2017). En su investigación “**Membranas ultrafinas de óxido de grafeno para Purificación de agua: Fundamentos y Potencial Aplicaciones**”, menciona dos mecanismos distintos de transporte de agua para membranas con cobertura GO sub-monocapa y multicapa, propuso una metodología para fabricar membrana GO nominal de una sola capa. Si bien la cobertura de GO calculada aumentó de menos del 100% a multicapas, el flujo de agua exhibió una transición de dos etapas de disminuciones lineales a disminución exponencial, la condición para preparar la membrana GO nominal de una sola capa se extrapoló desde el punto de inflexión de la línea lineal. Para una transición exponencial, la membrana fabricada con un grosor que se cierra a un átomo de carbono exhibió una alta permeabilidad al agua alrededor de $64 \text{ L} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{bar}^{-1} \text{ m}^{-2}$. En esta membrana GO nominal de una sola capa, los defectos en las escamas GO proporcionaron una contribución importante para sus propiedades de tamizado. Al evaluar el rendimiento de separación de esta membrana con moléculas rígidas, se determinó que el tamaño efectivo del defecto de GO era $1.2^{-1.7} \text{ nm}$. Esta membrana con cubierta GO de capa única nominal también muestra un gran potencial en la separación de proteínas.

BUELKE, (2017). En su investigación “**Mejora de la purificación del agua a través del óxido de grafeno, Óxido de grafeno Holey y membrana de lignina Arquitecturas**”, menciona el rendimiento de la membrana de estas tres arquitecturas de membrana para purificar agua. Las membranas se prepararon en diferentes espesores mediante filtración al vacío. Los experimentos se hicieron en dos fases. La fase I usó una configuración de ósmosis directa para examinar el ión de las membranas rechazo. La fase II usó filtración sin salida y examinó el rechazo de iones, molécula orgánica rechazo y flujo de agua. GO mostró un aumento significativo en el rechazo de iones para NaCl, pero mostró disminución del flujo de agua. hGO mostró un aumento significativo en el rechazo de iones para MgCl_2 . Orgánico la molécula se incrementó en un 15.8% para hGO sobre el control. Bajo rendimiento general para iones el rechazo de ambas membranas es atribuible a un aumento en la distancia entre hojas dentro del membranas debido a la hidratación.

SHARIF, (2018). En su investigación “**Tratamiento de agua por adsorción con regeneración electroquímica utilizando materiales a base de grafeno**”, menciona que se han sintetizado, caracterizado y aplicado diferentes procesos de adsorción y regeneración en diferentes nanocompuestos de grafeno, a saber, grafeno/óxido de hierro, grafeno/ TiO_2 y grafeno/ SnO_2 . El óxido de grafeno/óxido de hierro reducido mostró una buena capacidad

para adsorber los contaminantes orgánicos con una capacidad de adsorción de 39 mg g^{-1} y regenerarse electroquímicamente con una eficiencia de regeneración del 100% para una carga pasada de 39 C por adsorbato de mg^{-1} . Sin embargo, se observó que la superficie del rGO estaba corroída durante la regeneración electroquímica. Por otro lado, Graphene/ TiO_2 mostró una capacidad de absorción menor, pero con una carga requerida menor de 21 C por mg^{-1} de adsorbato. Los estudios TEM revelaron que el grafeno desnudo se corroía rápidamente, mientras que el grafeno/ TiO_2 podía tolerar más ciclos de adsorción y regeneración electroquímica. A diferencia del grafeno/ TiO_2 , el grafeno/ SnO_2 mostró una mayor capacidad de adsorción combinada con una baja carga requerida para una regeneración del 100% de 21 C por adsorbato de mg^{-1} . Los nanocompuestos de grafeno/ SnO_2 también mostraron un buen rendimiento en presencia de sulfato de sodio como electrolito. También se investigó el efecto de las condiciones de síntesis sobre el grafeno preparado por exfoliación electroquímica. Los resultados muestran que el grafeno sintetizado usando fosfato de amonio poseía una mayor actividad electrocatalítica y estabilidad térmica que los grafenos sintetizados usando otras soluciones salinas.

HEWA, (2018). En su investigación “Descontaminación de los sedimentos del río Passaic usando ultrasonido con nano burbujas de ozono”, trata sobre el desarrollo de una nueva tecnología in situ para remediar el Passaic mediante el uso de ultrasonidos y nanoburbujas de ozono. El estudio identifica claveparámetros que mejorarán la eliminación de contaminantes orgánicos e inorgánicos de los sedimentos contaminados. Cada parámetro varía mientras se observa su impacto en la eficiencia de eliminación de contaminantes orgánicos e inorgánicos en sedimentos contaminados. La temperatura de la solución tiene un impacto directo en los niveles de ozono en el agua, donde la eliminación de material orgánico indica alta eficiencia de remoción a bajas temperaturas. Las eficiencias máximas de eliminación de los orgánicos fueron del 92%, el contaminante inorgánico utilizado durante la investigación es el cromo. La eficiencia de eliminación del cromo no muestra un impacto significativo debido a temperatura, donde el estudio muestra una eficiencia de eliminación del 98%. Los resultados de la prueba muestran que la combinación de ozono, nanoburbujas y ultrasonido para tratar sedimentos contaminados, es una tecnología confiable e implementable.

GONCALVES, (2016). En su Investigación “**Generación, caracterización y aplicaciones de nanoburbujas en eliminación de contaminantes de agua y reutilización de agua por flotación**” el objetivo técnico de este estudio, ya que es el límite de emisión en las plataformas petroleras para la eliminación de agua producido en alta mar. La flotación fue muy rápida y siguió un modelo de primer orden, con una constante cinética de flotación de 1.3 y 1.8 min⁻¹ para el Psat de 3.5 y 5 bar, respectivamente. La inyección de NB aislados (acondicionamiento) después de la etapa de floculación con 1 y 3 mg. L⁻¹ de Dismulgan aumentó la hidrofobicidad de los agregados, facilitando la adhesión entre burbujas y escamas oleosas, y aumentando la eficiencia general del proceso de flotación en 73 al 84% y del 92 al 95%, respectivamente. La flotación con NB aislados obtuvo eficiencias de eliminación de aceite del 75 y 90%, con y sin NaCl (30 g.L⁻¹), respectivamente. Se cree que, en estos casos, los NB quedan atrapados y se adhieren como "panqueques" a las gotas de aceite floculadas, formando escamas oleosas aireadas. El estudio aplicado de la floculación-flotación con una bomba multifásica para la generación de burbujas, asociado con la ozonización (proceso FFO), en el tratamiento de efluentes y reutilización de agua en el lavado de vehículos mostró como principales resultados que el agua reutilizada se aclaró (turbidez = 10 NTU), sin olor (sulfuro <1 mg.L⁻¹), sin riesgo microbiológico (E. coli <1.8 NMP.100.mL⁻¹) y sin formación de espuma (tensioactivos = 1.3 mg.L⁻¹). Los resultados obtenidos en esta tesis permitieron mejorar y determinar las condiciones óptimas para las técnicas de generación de altas concentraciones de NB, extremadamente estables y demostraron el alto potencial de estas burbujas para permitir diferentes rutas de tratamiento y aplicaciones en el tratamiento de efluentes líquidos y reutilización de agua por flotación.

SHEN et al. (2019), En su artículo “**Tratamiento mejorado de colorantes aniónicos y catiónicos en aguas residuales a través de la encapsulación de bacterias vivas usando hidrogel de grafeno**” explica que los tintes orgánicos se han considerado contaminantes persistentes para el medio ambiente del agua y siguen siendo un desafío para el tratamiento de aguas residuales industriales. Así mismo nos dice que integro la biotecnología ambiental y la técnica de adsorción en un material basado en hidrogel reactivo altamente poroso compuesto de *Shewanella xiamenensis* BC0₁ vivo encapsulado dentro de una red de óxido de grafeno reducido (BC0₁-BGH). Debido a los efectos sinérgicos de la adsorción y la biodegradación, BC0₁-BGH mostró un rendimiento excepcional de decoloración de los colorantes aniónicos y catiónicos del modelo de descomposición, es decir, rojo Congo (CR)

y azul de metileno (MB), con eficiencias de hasta 99.8 y 97.3% en 55 h, respectivamente. A través de una serie de caracterizaciones a lo largo del proceso de degradación, descubrimos que la red de hidrogel proporcionaba adsorción universal a esos tintes a través de la interacción electrostática conjunta, la interacción química y la interacción π - π con la ayuda del BCO_1 inmovilizado, lo que condujo a una decoloración mejorada. El sistema no requería fuentes de carbono adicionales y los productos resultantes, básicamente bencidina y anilinas, se oxidaron fácilmente con ClO_2 a un nivel de DQO inferior a 60 mg/L. Estos resultados ayudan a cerrar la brecha de conocimiento de la encapsulación de bacterias como una tecnología de escalamiento potencial para limpiar varios tintes en aguas residuales.

DUARTE, (2016). En su Investigación “Efecto del pH sobre la capacidad de adsorción de arsénico en agua con óxido de grafeno”, menciona que el óxido de grafeno fue sintetizado por la ruta de Hummers mejorado y se caracterizó por microscopía electrónica de barrido y transmisión, espectroscopía de infrarrojo, y difracción de rayos X. Por otra parte, las pruebas de adsorción se realizaron en un sistema por lotes, cuya concentración inicial de arsénico fue de 0.2 mg L^{-1} , dosis de adsorbente de 1.25 g L^{-1} y un volumen de solución de 10 mL. La concentración de arsénico de las soluciones se analizó a través de espectroscopía de emisión atómica de plasma acoplado inductivamente. Este estudio reveló que el OG posee capacidades de adsorción muy bajas comparado con óxidos de grafeno funcionalizado con nanomateriales reportados en la literatura; sin embargo, promete ser un buen adsorbente para especies catiónicas de contaminantes presentes en el agua. Los valores de pH que presentaron las mejores capacidades de adsorción para las especies de As III (0.091 mg g^{-1}) y As V (0.012 mg g^{-1}) fueron a 3 y 7, respectivamente. Se observó que el óxido de grafeno tiene una mayor capacidad de adsorción para As III que para As V.

VARGAS, (2016). En su Investigación “Síntesis de óxido de grafeno reducido y aminado químicamente y su influencia en las propiedades eléctricas y mecánicas de nanocompósitos a base de caucho natural”, describe un sencillo método de aminación reductiva, basado en la reacción de Leuckart. Este método permite no sólo la reducción del óxido de grafito, sino que también da lugar a grafeno funcionalizado con grupos amina, donde el grado de aminación es de 3.2% en peso, según análisis mediante XPS. El grupo funcional nitrogenado dominante es la amina primaria, pero también se observaron grupos tipo pirrólico y lactama. Se encontró que el grafeno funcionalizado con amina es un material semimetálico debido a la carencia de brecha de bandas, a diferencia del óxido de grafito que

presenta una brecha de banda de 2.16 eV. Es sabido que los compuestos grafiticos mejoran las propiedades eléctricas y mecánicas de nanocompósitos con respecto a la matriz polimérica en su estado puro. En este estudio se utiliza el óxido de grafeno reducido y aminado químicamente como refuerzo en nanocompósitos a base de caucho natural, donde se obtienen nanocompósitos de NR/rGO-Am con conductividades eléctricas de hasta 1.5 S/m, muy superior al NR (10-11 S/m).

AGARWAL, et al (2013). En su artículo **“Principio y aplicaciones de microburbujas y la tecnología nanobubujas para el tratamiento de aguas”**, menciona que los aplicaciones MB y NB han logrado un gran potencial en diversas ingenierías el amplio uso NB de oxígeno debido a que posee una alta bioactividad y una eficiencia de transferencia de masa; debido a su capacidad para generar radicales libres sin el uso de ningún químico tóxico, los MB han logrado demostrar ser una nueva técnica ecológica para la oxidación de productos orgánicos compuestos, desinfección del agua y control de incrustaciones. Considera que los MB y NB tendrían amplias aplicaciones donde los materiales entran en contacto con medios biológicos, como equipos, limpieza de membranas, regeneración de buques y filtros. MBs y NBs pueden proporcionar un camino prometedor para una forma conveniente, limpia, técnica económica y ecológica adecuada para la limpieza de superficies conductoras.

ALVIS, (2015). En su tesis **“Evaluación del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales del Complejo Urbanístico Barcelona de Indias”**, Llegó a las siguientes conclusiones: La planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) no funciona de una manera adecuada lo que ocasiona el incumplimiento de la eficiencia en remover los sólidos suspendidos totales (SST), el agua residual del efluente posee una temperatura mayor a 30 °C. La PTAR tiene un promedio de reducción de 52 y 29% con respecto a los valores de demanda bioquímica del oxígeno y demanda química del oxígeno.

TATEK et al. (2017), En su artículo **“Las tecnologías de micro y nanoburbujas como un nuevo horizonte para las técnicas de tratamiento de agua”**, menciona que las tecnologías de nanoburbujas son teórica y experimentalmente conocidas por ser menos químicas; poseen un potencial significativo para el diseño y la reducción del costo operacional además de su contribución como medio ambiente por ser una técnica amigable, su aplicación tiene una importancia significativa y un futuro en el tratamiento de aguas

debido a la capacidad de las burbujas de alta eficiencia y la capacidad de generación de radicales libres que contribuyen a la remoción de partículas, desinfección y reducción de materia orgánica.

La oxidación de contaminantes y la desinfección de patógenos que usan ozono que es un método prometedor para tratamiento de agua potable y aguas residuales. Se han aplicado burbujas de gas ozono para el tratamiento de agua debido a su poderosa capacidad de desinfección y corto tiempo de contacto.

TSUTOMU UCHIDA et al. (2016). En su artículo “Efecto del NaCl en la vida útil de micro y nanoburbujas”, menciona que las micro y nanoburbujas (MNB) son potencialmente útiles para aplicaciones industriales, así como la purificación de aguas residuales y la promoción de actividades fisiológicas de organismos vivos. Para desarrollar tales aplicaciones, se deben entender sus propiedades y comportamiento, como su vida y su densidad numérica en solución. En el presente estudio, observamos MNB de oxígeno distribuido en una solución electrolítica (NaCl) utilizando un microscopio electrónico de transmisión para analizar muestras hechas con el método de réplica de congelación y fractura. Encontramos que los MNBs en un 100 mM la solución de NaCl permanece durante al menos 1 semana, pero a concentraciones más altas decae más rápidamente.

Las imágenes de microscopía (TEM) permitieron deducir que bajas concentraciones de NaCl estabilizan las MNB debido al efecto de blindaje de iones. En cambio, altas concentraciones agilizan su desaparición reduciendo la fuerza de repulsión entre MNBs.

FERREIRA, (2016). En su tesis “Nanopartículas de plata basadas en óxido de grafeno híbrido hidrogeles como adsorbentes potenciales para aguas residuales de colorantes tratamiento”, menciona que la síntesis y caracterización de hidrogel a base de grafeno contiene nanopartículas de plata (AgNP) con el objetivo de estudiar sus capacidades de hinchamiento y adsorción de tinte en vista de la aplicación potencial en el tratamiento de aguas residuales. Los hidrogeles han sido ampliamente estudiados en los últimos años debido a sus propiedades fisicoquímicas mejoradas y se utilizan como plataformas antibacterianas, adsorbentes de contaminantes de aguas residuales y distribuidores de fármacos. Sin embargo, la síntesis de hidrogeles híbridos con capacidades mecánicas y elásticas mejoradas sigue siendo necesario. La amplia área de superficie y la flexibilidad mecánica del óxido de grafeno (GO) hacen de este derivado de carbono un candidato prometedor para obtener

materiales compuestos con propiedades a medida. Además, su oxígeno contiene los grupos permiten la interacción fuerte de GO con un amplio conjunto de moléculas. Por lo tanto, la síntesis de un hidrogel a base de grafeno tiene como objetivo combinar estas habilidades para obtener un material con una sinergia mejorada propiedades. Los AgNP muestran características que pueden ayudar a mejorar las propiedades de nuestros materiales, como la alta dureza, actividad antibacteriana y biocompatibilidad. AgNPs fueron sintetizados y su influencia en los hidrogeles las propiedades y las tasas de adsorción se estudiaron y compararon.

La estructura de los hidrogeles se caracterizó mediante técnicas de espectroscopia y microscopía. Además, las interacciones entre el hidrogel, el óxido de grafeno y las nanopartículas de plata fueron estudió. Como era de esperar, la combinación de los elementos mencionados anteriormente condujo a un hidrogel con capacidad de hinchamiento y absorción hacia tintes comunes de aguas residuales como la rodamina 6 G y 2-nitrofenol. Además, se estudió la actividad antibacteriana de los hidrogeles para detectar grampositivos y gramnegativos bacterias, pero no se detectó un efecto mejorado con el hidrogel basado en GO-AgNPs sintetizado.

SADEGH, (2016). En su tesis “**Desarrollo de óxido de grafeno de grafito: una revisión sobre síntesis, caracterización y su aplicación en el tratamiento de aguas residuales**”, menciona que el óxido de grafeno (GO) ha despertado un gran interés en la mayoría de las áreas de la ciencia y la ingeniería debido a sus extraordinarias propiedades físicas, mecánicas, térmicas y ópticas. Grafeno es una lámina plana bidimensional de un átomo de espesor de átomos de carbono unidos a sp^2 . Esta reseña presenta y discute el avance pasado y actual de síntesis y caracterización de IR de grafito. Aquí, discutimos críticamente la síntesis y caracterización del grafeno, las ventajas específicas que los adsorbentes basados en grafeno pueden proporcionar sobre otros materiales en investigación de tratamiento de aguas residuales y sus propiedades químicas y físicas relacionadas. Además, describimos los últimos desarrollos en el uso de estos materiales para el tratamiento de aguas residuales, incluida la eliminación de iones y colorantes de metales pesados.

TEMESGEN et al. (2017) mencionan en el artículo de investigación: “**Tecnologías de microburbujas y nanoburbujas como una perspectiva para el tratamiento de agua**”, el objetivo del trabajo fue en demostrar que mediante las aplicaciones de las microburbujas y

nanoburbujas capturan las impurezas de los contaminantes de las aguas residuales que dependerá del tiempo, tamaño de la burbuja. Los resultados fueron que mediante aplicación de micro y nanoburbujas en el proceso de flotación se realizaron los parámetros en laboratorio donde se manifestó un incremento del 40% de la eficiencia de la claridad de aguas residuales con una disminución aproximadamente el 95% de la turbidez, sílice total y sólidos totales.

Aguas residuales son aquellas debido a que sus características originales fueron alteradas por las actividades antropogénicas y que por ello su calidad necesita un previo tratamiento, antes de que estas aguas sean vertidas a un cuerpo natural o sean descargadas a un sistema de alcantarillado (OEFA, 2014).

Aguas residuales domésticas son aquellas aguas producidas en áreas residenciales, comerciales e instituciones, que contienen desechos fisiológicos y otros provenientes de la actividad humana, y deben disponerse de manera adecuada para su posterior tratamiento. (ANA, 2013).

Contaminantes orgánicos son compuestos que se encuentran disueltos o dispersos en el agua provenientes de desechos domésticos, agrícolas, industriales, etc. (ANA ,2013).

Contaminantes biológicos son los diferentes agentes patógenos presentes en el agua como las bacterias, virus, protozoos, etc. provenientes de desechos orgánicos que llegan a transmitir diferentes enfermedades como el tifus, cólera, gastroenteritis diversas, hepatitis; algunas bacterias ayudan en la degradación de materia orgánica presentes en el agua. (ANA ,2013).

La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) es la cantidad de oxígeno que necesitan los microorganismos para disminuir las sustancias orgánicas que se encuentran presente en los de aguas residuales. Cuando mayor es el consumo de Oxígeno significa que mayor será la presencia de materia orgánica. (ANDREO, 2014).

La Demanda Química de Oxígeno (DQO) es la cantidad de oxígeno requerido para oxidar la materia orgánica en una muestra de agua residual. (ANDREO, 2014).

Los Coliformes Termotolerantes según su origen es esencialmente fecal, que pertenece al subgrupo de las bacterias del grupo coliforme, y se encuentra presente en el intestino de humanos y animales. (ANDREO, 2014).

La Temperatura es una magnitud física que indica la intensidad de calor o frío de un cuerpo, de un objeto o del medio ambiente, en general expresada en °C. (DIGESA, s.f).

El pH es el valor que determina si una sustancia es ácida, neutra o básica, calculando el número iones hidrogeno presentes. Se mide en una escala a partir de 0 a 14, en la escala 7, la sustancia es neutra. Los valores de pH por debajo de 7 indican que una sustancia es ácida y los valores de pH por encima de 7 indican que es básica. Cuando una sustancia es neutra el número de los átomos de hidrógeno y de oxhidrilos son iguales. Cuando el número de átomos de hidrógeno (H+) excede el número de átomos del oxhidrilo (OH-), la sustancia es ácida. (DIGESA, s.f).

La Turbidez es la medida, en donde nos indica el grado de la falta de transferencia de un líquido debido a la presencia de partículas suspendidas en dicho líquido. (GONZALES,2011).

El Oxígeno Disuelto es la cantidad de oxígeno por mg/l disuelto en el agua durante un cierto tiempo, el nivel de oxígeno disuelto es un indicador de cuán contaminada está el agua. (CHANG, 2007).

La Conductividad Eléctrica determina la cantidad de sales presentes en el agua, cuya disolución genera iones positivos o negativos capaces de transportar la corriente eléctrica y esta expresada en $\mu\text{S}/\text{cm}$. (LOPEZ,2011).

La Micronanoburbujas se considera aquella burbuja fina con un diámetro de 1 a 100 micras ($1\mu\text{m}$ a $100\mu\text{m}$). Las nanoburbujas es aquella burbuja ultrafina con diámetro menor a $1\mu\text{m}$, con la capacidad de remoción de partículas, desinfección y reducción de materia orgánica; poseen carga negativa debido al aumento en la concentración de iones a su alrededor, por lo que estas nanoburbujas al flotar, capturan los sólidos suspendidos en el líquido trasladándolos hacia la superficie, debido que dichos sólidos en suspensión no son iguales en tamaño y forma, las burbujas grandes fallan en atraparlos, por el contrario, las

nanoburbujas pueden ingresar en espacios pequeños de los sólidos, cubriéndole en su totalidad en una bola de pequeñas burbujas, y haciéndolos flotar. (WIN2SOL, 2016).

Según su diámetro las Microburbujas (MB) y nanoburbujas (NB) son pequeñas burbujas con un diámetro de 10-50 μm y <200 nm, y han sido explorado para diversas aplicaciones con la capacidad de reducción de contaminantes presentes en las aguas residuales (AGARWAL et al,2011). Según Valverde, 2017 las nanoburbujas (NB) tienen un diámetro menor de 1 μm dentro del campo de fluido. (VALVERDE,2017).

La velocidad de ascenso de una micronanoburbujas se determina por sus características físicas del líquido. Para la obtención de resultados se aplicará la ecuación de Stokes. (TSUGE, 2014).

$$V = \frac{\rho g d^2}{18\eta} \quad (1)$$

Dónde:

V: Velocidad de ascenso

p: Densidad del líquido

g: Aceleración de la gravedad

d: Diámetro de la burbuja

μ : viscosidad del líquido

La presión interna de las nanoburbujas se determina por la relación que existe entre la presión y el diámetro y viene referido por la ecuación de Young – Laplac. (TSUGE, 2014).

$$P = P_L + \frac{4\sigma}{d} \quad (2)$$

Dónde:

P = presión interna de la burbuja

P_L = presión del líquido

σ = Tensión superficial

d = Diámetro de la MNB

Para realizar el tratamiento con micronanoburbujas de aire se utilizó el equipo generador de nanoburbujas patentado por el Dr. Jhonny Valverde Flores, el cual consta de una bomba de agua, compresora de aire, 1 generador de micronanoburbujas, 1 recipiente de entrada y 1 recipiente de salida.

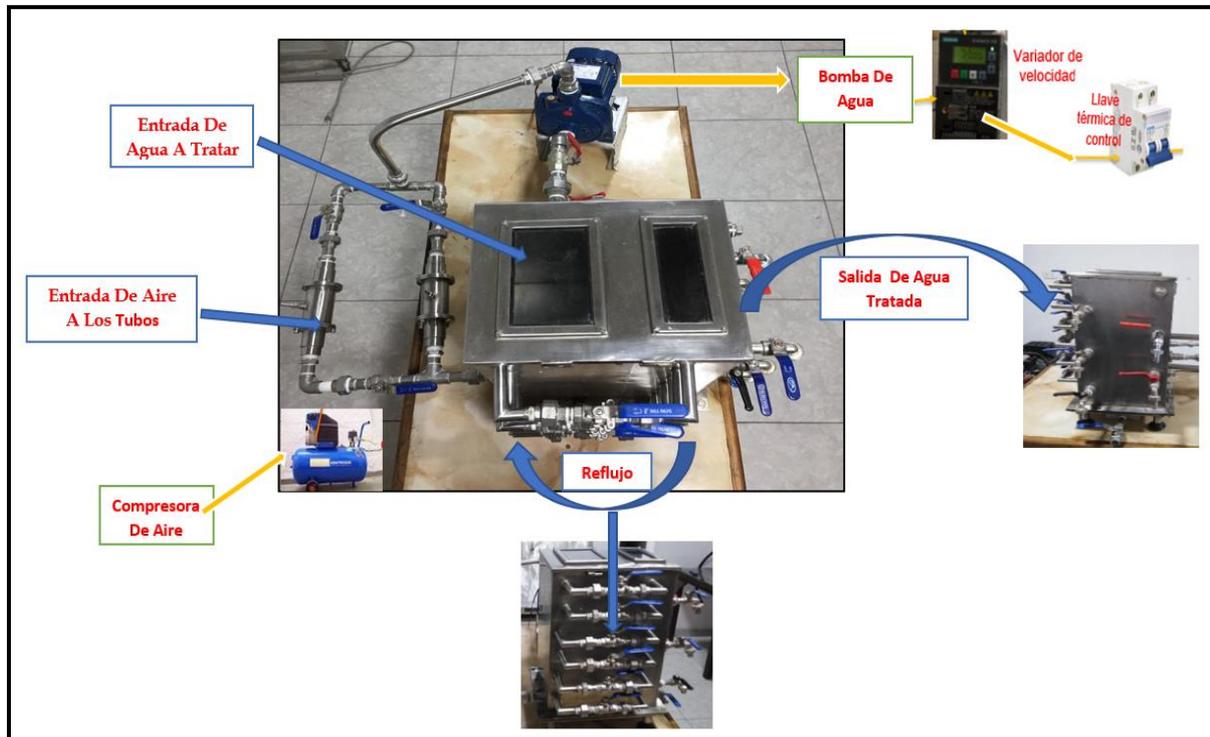


Figura N° 01: Mapa de proceso del tratamiento con micronanoburbujas

Fuente: Elaboración propia, 2019.

El Grafeno es un material nanométrico bidimensional de átomos de carbono fuertemente cohesionados en un área ligeramente plana, con ondulaciones, de un átomo de espesor, con un rasgo parecido a una capa de panal de abejas. (RODRÍGUEZ, 2012).

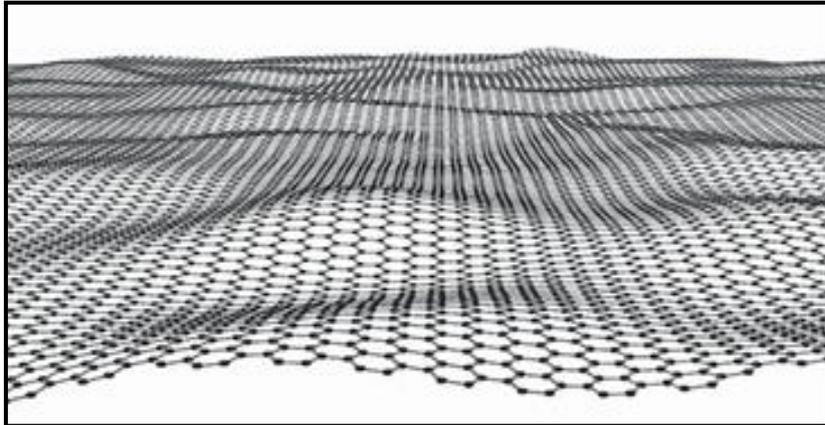


Figura N° 02: Una red enorme de grafeno
Fuente: Rodríguez, 2012.

Las características del grafeno se miden por su alta conductividad eléctrica que posee $0.96 \cdot 10^6 (\Omega \cdot m)^{-1}$. La del cobre es $0.60 \cdot 10^6 (\Omega \cdot m)^{-1}$, mientras que el silicio es de $100 \cdot 10^6 (\Omega \cdot m)^{-1}$. Por esta razón, el grafeno conduce mejor electricidad que el cobre y 100 veces mejor que el silicio. (GRAPHENANO, 2017, p 5-9).

Es bidimensional está compuesto de finísimas capas de un átomo de espesor, solo se aprecian dos de sus dimensiones es decir 100.000 veces más delgado que el cabello humano. (GRAPHENANO, 2017, p 5-9).

Es ultraligero en el cual una lámina de grafeno de 1 metro cuadrado pesa únicamente 0,77 miligramos, a diferencia con el acero en una misma área, su peso sería 200 veces menor. Debido a que posee una gran superficie específica de $2600 \text{ m}^2/\text{g}$, atribuyéndole cierta capacidad de auto enfriamiento, haciéndolo extremadamente ligero y flexible. (GRAPHENANO, 2017, p 5-9).

Alta dureza se caracteriza por ser resistente al ser infiltrado por un cuerpo sólido siendo 200 veces más duro que el acero, lo que le hace ser resistente al desgaste pudiendo soportar grandes pesos. (GRAPHENANO, 2017, p 5-9).

Soporta radiación ionizante, debido a que tiene una alta reactividad química que, al estar en contacto con luz, este emite energía por electrones en la superficie, pero sin conseguir ionizarse, es decir los átomos no llegan a desprenderse del electrón. (GRAPHENANO, 2017, p 5-9).

Tiene una densidad de 0.77 mg/m², ninguna partícula de helio lo puede atravesar por ser tan denso. (GRAPHENANO, 2017, p 5-9).

Impermeable no dejan pasar ninguna sustancia que no sea líquida. Por esa razón el grafeno está teniendo un papel muy importante en la descontaminación de las aguas residuales; existe la probabilidad de destilar bebidas alcohólicas con el fin de incrementar el grado de alcohol filtrando su agua, obteniendo resultados prometedores. (GRAPHENANO, 2017, p 5-9).

El problema general de la investigación es: ¿En qué medida el uso de micronanoburbujas de aire y grafeno reducirá los contaminantes orgánicos y biológicos de afluentes del PTAR Ancón?; y los problemas específicos son los siguientes : ¿En qué medida el uso de micronanoburbujas de aire y grafeno reducirá las características físicas de afluentes del PTAR Ancón?, ¿En qué medida el uso de micronanoburbujas de aire y grafeno reducirá la carga orgánica de afluentes del PTAR Ancón? y ¿En qué medida el uso de micronanoburbujas de aire y grafeno reducirá la carga biológica de afluentes del PTAR Ancón?.

La justificación del estudio de esta presente investigación tiene por finalidad determinar la reducción de los contaminantes orgánicos y biológicos mediante el uso de micronanoburbujas de aire y grafeno; de tal manera que se aplicará en diferentes tiempos de tratamiento con el fin de determinar en qué tiempo aplicado se obtendrá la máxima reducción de dichos afluentes.

Actualmente en lo económico las técnicas de tratamiento para aguas residuales son costosas y poco eficientes, por lo que se propone el uso de micronanoburbujas de aire y grafeno para la reducción de la carga orgánica de afluentes del PTAR Ancón por ser una alternativa viable, de manera que al ser comparada con otros tratamientos éste gasta menos energía. Por otro lado, en lo social contribuirá a mejorar la calidad de vida de las personas. Asimismo, esta agua tratada beneficiará a los pobladores del Distrito de Ancón, de manera que no solo se usará para riego de áreas verdes, sino también para el riego agrícola; por ello el desarrollo, experimentación, resultados y conclusiones que obtengamos servirán de referencia para futuras investigaciones. Finalmente, esta investigación se justifica desde el aspecto

ambiental debido a que es una tecnología amigable con el ambiente sin la adición de agentes químicos, siendo una tecnología eficaz en la remoción de contaminantes, permitiendo así, generar un impacto positivo en la calidad del recurso hídrico.

La hipótesis general es H: El uso de micronanoburbujas de aire y grafeno reducirá los contaminantes orgánicos y biológicos de afluentes del PTAR Ancón y las hipótesis específicas son: H: El uso de micronanoburbujas de aire y grafeno reducirá las características físicas de afluentes del PTAR Ancón, H: El uso de micronanoburbujas de aire y grafeno reducirá la carga orgánica de afluentes del PTAR Ancón y H: El uso de micronanoburbujas de aire y grafeno reducirá la carga biológica de afluentes del PTAR Ancón.

Asimismo, el objetivo general es: Determinar la reducción de los contaminantes orgánicos y biológicos de afluentes del PTAR Ancón mediante el uso de micronanoburbujas de aire y grafeno y los objetivos específicos son los siguientes: Establecer la reducción de las características físicas de afluentes del PTAR Ancón” mediante el uso de las micronanoburbujas de aire y grafeno, Determinar la reducción de la carga orgánica de afluentes del PTAR Ancón mediante el uso de las micronanoburbujas de aire y grafeno y Establecer la reducción de la carga biológica de afluentes del PTAR Ancón mediante el uso de las micronanoburbujas de aire y grafeno.

II. MÉTODO

2.1. Diseño de Investigación

La presente investigación es un diseño pre - experimental, por lo que siguieron los siguientes pasos:

1. Análisis previo de la variable dependiente antes del tratamiento.
2. Aplicación de la variable independiente o experimental (tratamiento).
3. Análisis de la variable dependiente (después del tratamiento).

Esquema:

$$Q1 + X = Q2 \quad (3)$$

Dónde:

Q1 = Análisis previa al tratamiento.

X = Tratamiento micronanoburbujas de aire y grafeno.

Q2 = Análisis después del tratamiento.

2.2. Variables y Operacionalización

Variable Dependiente: Reducción de contaminantes orgánicos y biológicos.

Variable Independiente: Uso de micronanoburbujas de aire y grafeno.

.

Tabla N°01: Variables y Operacionalización

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES						
VARIABLES		DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDADES / ESCALA
INDEPENDIENTE	Uso de micronanoburbujas de aire y grafeno	<p>Las micronanoburbujas es una burbuja ultrafina con un diámetro de 1µm a 100 µm, con la capacidad de remoción de partículas, desinfección y reducción de materia orgánica. (Win2sol, 2016).</p> <p>El Grafeno es una estructura nanométrica bidimensional de átomos de carbono fuertemente cohesionados en una superficie ligeramente plana. (Rodríguez, 2012).</p>	<p>El uso de las micronanoburbujas de aire y grafeno será medido por sus características físicas.</p>	Características físicas de las micronanoburbujas de aire	Diámetro de la micronanoburbujas	µm-nm
					Presión interna	atm
					Velocidad de ascenso	µm/s
					Presión de aire	PSI
					Caudal del agua	L/s
				Características físicas del grafeno	Tiempo de tratamiento	min
					Conductividad eléctrica	(Ω·m) ⁻¹
					Cantidad	g
DEPENDIENTE	<p>Reducción de contaminantes orgánicos y biológicos</p> <p>Los contaminantes orgánicos son compuestos que se encuentran disueltos o dispersos en el agua provenientes de desechos domésticos, agrícolas, industriales, etc. (ANA,2013).</p> <p>Los contaminantes biológicos son los diferentes agentes patógenos presentes en el agua como las bacterias, virus, protozoos, etc, provenientes de desechos orgánicos. (ANA,2013).</p>	<p>La reducción de la concentración de la carga orgánica de Afluentes de la PTAR Ancón, será medido a través de sus características físicas, carga orgánica y carga biológica.</p>	Características físicas	pH	Unidad de pH	
				Turbidez	NTU	
				Conductividad eléctrica	µs/cm	
				Temperatura	°c	
			Carga orgánica	OD	mg/L	
				DBO ₅	mg/L	
			Carga biológica	DQO	mg/L	
				Coliformes termotolerantes	NMP/100mL	

Fuente: Elaboración propia, 2019.

2.3. Población y Muestra

Población

En la presente investigación la población será los afluentes de la PTAR Ancón, en el cual se evaluará sus características físicas, carga orgánica y carga biológica; como también las características físicas de las micronanoburbujas de aire y grafeno.

Muestra

El tamaño de la muestra para la investigación fue de 60L, para desarrollar el proceso experimental, y 3L para el análisis inicial.

2.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos, Validez y Confiabilidad

En el siguiente cuadro se detallarán las técnicas e instrumentos que se utilizarán durante el proceso de experimentación, desde la recolección de muestra hasta la obtención de los resultados.

Tabla N° 02: Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Etapa	Fuente	Técnica	Instrumentos	Resultados
1. Recolección de las muestras	Afluentes del PTAR de Ancón	Observación	Ficha de Características físicas del agua residual domestica	Muestra de 60 L
2. Análisis inicial de los parámetros de las muestras recolectadas	Afluentes del PTAR de Ancón	Observación	Ficha de Características físicas /Ficha de carga orgánica y biológica del agua residual domestica	Resultados de laboratorio antes del tratamiento
3. Tratamiento con micronanoburbujas de aire y grafeno	Afluentes del PTAR de Ancón	Experimentación	Ficha de las características de las micronanoburbujas y grafeno	Eficiencia en la reducción de contaminantes orgánicos y biológicos
4. Análisis final de las muestras	Análisis en Laboratorio	Experimentación	Ficha de Características físicas/ Ficha de carga orgánica y biológica de los afluentes.	Resultados del análisis final de Laboratorio

Fuente: Elaboración propia, 2019.

2.5. Procedimiento

Para el desarrollo de esta investigación se realizó varias etapas, los cuales se describirán a continuación:

ETAPA 01: Recolección de las muestras

- La muestra se tomó en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Ancón, ubicado en la provincia de Lima, distrito de Ancón; el agua recolectado fue de 60 L y fue tomada en el tratamiento preliminar.

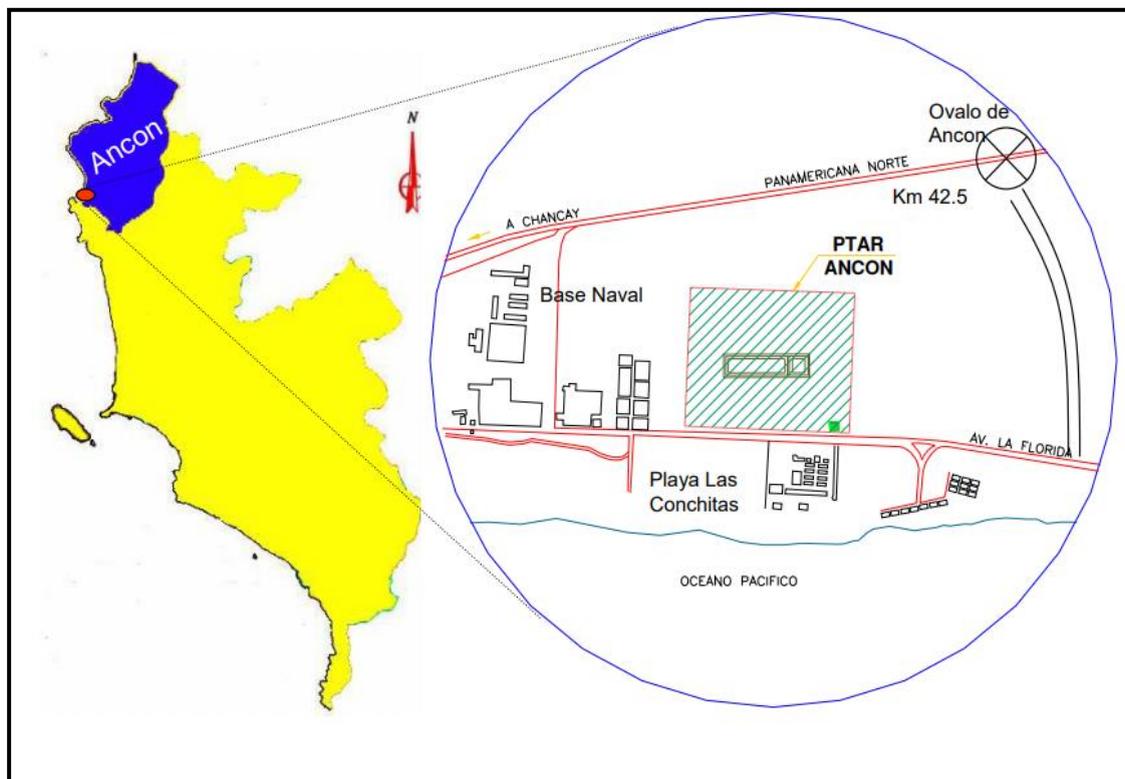


Figura N° 03: Ubicación del punto de la muestra recolectada.

Fuente: Sedapal, 2017.

ETAPA 02: Análisis inicial de los parámetros de las muestras recolectadas

- Para la muestra inicial se tomó 3L de aguas residuales.
- Luego se procedió a guardarlo en un envase estéril, con su rotulación respectiva para ser puesta en un cooler, siguiendo el protocolo del ANA según RJ N°010 - 2016, que conservará la muestra hasta ser llevada a un laboratorio.

- La muestra de aguas residuales se llevó al laboratorio de la universidad cesar vallejo en donde fue analizada antes del tratamiento con micronanoburbujas de aire y grafeno.

ETAPA 03: Tratamiento con micronanoburbujas de aire y grafeno

- La muestra recolectada en la PTAR Ancón, fue transportada al laboratorio en 3 baldes de 20 litros, para su posterior tratamiento.
- Para el tratamiento con micronanoburbujas de aire se utilizó un equipo diseñado para este tipo de tratamiento, el cual consta de 1 recipiente de entrada, 1 generador de micronanoburbujas y 1 recipiente de salida.
- Posteriormente, se utilizó un sistema de filtración donde se utilizó grafeno en cantidades de 6, 12 y 18 g que será fabricado mediante la exfoliación de grafito.
- Se tomaron 3 tiempos diferentes, para saber cómo actuaron las micronanoburbujas de aire y grafeno en cada tiempo, la primera fue de 20 minutos, la segunda de 40 minutos y la tercera de 60 minutos, respectivamente.

ETAPA 04: Análisis final de las muestras

- La muestra representativa después del tratamiento fue llevada al laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo para ser analizada, para luego ser comparadas con los análisis iniciales y así poder saber los porcentajes de reducción de los parámetros analizados.

Validación y Confiabilidad del Instrumento

Validación: La Validación de instrumentos ha sido aprobada mediante la opinión de 3 expertos colegiados, con el cual todos los datos expuestos en los Instrumentos tienen la fiabilidad requerida para el desarrollo de la investigación.

- Especialista N°1:
Apellidos y nombres: Rondan Manrique Larry
Número de colegiatura: 19693

- Especialista N°2:
Apellidos y nombres: Tello Mendívil Verónica
Número de colegiatura: 96633

- Especialista N°3:
Apellidos y nombres: Valverde Flores Jhonny
Número de colegiatura: 79862

Tabla N° 03: Promedio de Validación

EXPERTOS	% DE VALIDACIÓN	PROMEDIO DE VALIDEZ
Rondan Manrique Larry	95%	93%
Tello Mendívil Verónica	95%	
Jhonny Valverde Flores	90%	

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Confiabilidad: La confiabilidad de los instrumentos se verá reflejada al número de repeticiones y los tiempos que vamos a emplear en el tratamiento con nanoburbujas de aire y grafeno ya que al aplicar repetidamente el mismo instrumento en cada repetición del tratamiento el resultado va a ser el mismo y su confiabilidad será mayor. (KERLINGER, 2002).

2.6. Métodos de Análisis de Datos

Los resultados obtenidos fueron analizados en el programa de análisis estadístico SPSS, para comprobar la hipótesis general y las hipótesis específicas se empleó la T de Student para comparar las muestras iniciales con las muestras finales y determinar en qué tiempo de tratamiento se logró una mayor reducción de los contaminantes.

2.7. Aspectos Éticos

En la presente investigación se trabajó con información verídica, teniendo un índice de similitud del 30% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, asimismo se cumplió y respetó las normas para el buen desarrollo del trabajo de investigación, de manera que pueda contribuir a estudios posteriores.

III. RESULTADOS

Procedimiento para la obtención de resultados

ETAPA 01: Recolección de las muestras

Se recolectó una muestra 60L de agua residual doméstica del PTAR para realizar el tratamiento, de las cuales fueron llevados en 3 baldes de 20L; así mismo para las muestras iniciales se tomó 3L de aguas residuales.



Figura N° 04: Canal de agua residual doméstica, Ancón.
Fuente: Elaboración propia, 2019.



Figura N° 05: Toma de muestra inicial.
Fuente: Elaboración propia, 2019.

ETAPA 02: Análisis inicial de los parámetros de las muestras recolectadas

Luego de obtener la muestra de agua residual doméstica, se procedió a utilizar el multi-parámetro HQ40D y turbidímetro OAKTON-100 de la universidad Cesar Vallejo para realizar el análisis inicial de los parámetros físicos, carga orgánica y carga biológica.

En las Tablas N°4, 5 y 6, se aprecian los resultados iniciales antes del tratamiento con micronanoburbujas de aire y grafeno, donde los resultados sobrepasan los LMP y ECAS establecidos por la norma. (Ver anexo N° 07 y N° 08).

Tabla N° 04: Resultados iniciales de los parámetros Físicos

PARÁMETROS	UNIDADES	MUESTRAS INICIALES
pH	<i>Unidades de pH</i>	7.61
Turbidez	<i>NTU</i>	62.33
Conductividad Eléctrica	<i>$\mu S/cm$</i>	991.67
Temperatura	<i>°C</i>	22.27
Oxígeno Disuelto	<i>mg/L</i>	1.27

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Interpretación: Resultados obtenidos antes del tratamiento, donde los parámetros evaluados tuvieron una concentración inicial para pH fue de 7.61, Turbidez fue de 62.33 NTU, Conductividad Eléctrica fue de 991.67 $\mu S/cm$, Temperatura fue de 22.27 °C y para el Oxígeno Disuelto fue de 1.27 mg/L.



Figura N° 06: Medición de los parámetros de campo.

Fuente: Elaboración propia, 2019

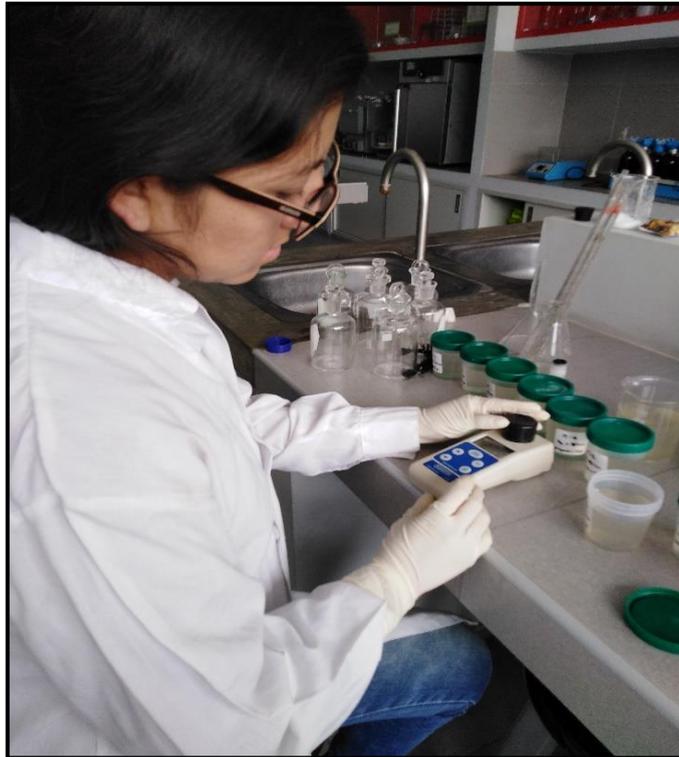


Figura N° 07: Determinación de la Turbiedad, laboratorio de la UCV.
Fuente: Elaboración propia, 2019

Tabla N° 05: Resultados de la medición inicial de Carga Orgánica

PARÁMETROS	UNIDADES	MUESTRAS INICIALES
DBO ₅	mg/L	280
DQO	mg/L	483

Fuente: Elaboración propia, 2019

Interpretación: Resultados obtenidos antes del tratamiento, donde los parámetros evaluados tuvieron una concentración inicial de DBO₅ fue de 280 y para DQO fue de 483 mg/L.

Tabla N° 06: Resultados de la medición inicial de Carga Biológica

PARÁMETROS	UNIDADES	MUESTRAS INICIALES
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	4.4 x 10 ⁴

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Interpretación: Resultados antes del tratamiento, donde los parámetros evaluados tuvieron una concentración inicial de Coliformes Termotolerantes fue de 4.8×10^4 NMP/100 mL.

ETAPA 03: Tratamiento con las micronanoburbujas de aire y grafeno

Para generar las micronanoburbujas de aire se pidió permiso al Dr. Jhony Valverde, se utilizó una compresora de aire a una presión de 70 PSI, una bomba eléctrica de agua con su variador de velocidad con un inicio de 20 rpm, con un caudal de 1.05 L/s, una frecuencia de 20 Hz y un potencial de 205 (V) voltios de manera que el aire presente en el generador sea desfogado y de esta manera pueda circular la muestra de agua residual. Posteriormente, se abrió las válvulas de aire que van hacia los dos generadores de micronanoburbujas. Seguidamente se tomó el tiempo para la realización de las muestras y caracterización de las micronanoburbujas de aire y grafeno.

Para el tratamiento de la primera muestra se utilizó 20L, los cuales fueron depositados en el contenedor. Una vez llenado se procedió con el encendido de la bomba eléctrica de agua y de la compresora de aire, las muestras tratadas se recolectaron en un periodo de 20, 40 y 60 minutos. Para la segunda y tercera muestra el procedimiento fue el mismo.



Figura N° 08: Generador de MNB.
Fuente: Elaboración propia, 2019.



Figura N° 09: Recolección de la muestra tratada.
Fuente: Elaboración propia, 2019.



Figura N° 10: Filtración de la muestra obtenida con grafeno.
Fuente: Elaboración propia, 2019.

Interpretación: En la figura N°10 se observa la filtración con 6g, 12g y 18g de grafeno en tiempos de 20, 40 y 60 minutos de las muestras tratadas con micronanoburbujas de aire



Figura N° 11: Muestras iniciales sin tratamiento.
Fuente: Elaboración propia, 2019.

Interpretación: En la figura N°11 se observa las muestras iniciales de los afluentes antes del tratamiento con micronanoburbujas de aire y grafeno en donde se puede evidenciar una alta turbidez según el color que presenta.



Figura N° 12: M1 - tratadas en los tres tiempos.
Fuente: Elaboración propia, 2019.

Interpretación: En la figura N°12 se observa la M1 de los afluentes después del tratamiento con micronanoburbujas de aire y grafeno en donde se puede evidenciar una reducción de los contaminantes según el color que presenta.



Figura N° 13: M2 - tratadas en los tres tiempos.
Fuente: Elaboración propia, 2019.

Interpretación: En la figura N°13 se observa la M2 de los afluentes después del tratamiento con micronanoburbujas de aire y grafeno en donde se puede evidenciar una reducción de los contaminantes según el color que presenta.



Figura N° 14: M3 - tratadas en los tres tiempos.

Fuente: Elaboración propia, 2019

Interpretación: En la figura N°14 se observa la M3 de los afluentes después del tratamiento con micronanoburbujas de aire y grafeno en donde se puede evidenciar una reducción de los contaminantes según el color que presenta.

Después del tratamiento se enviaron las 9 muestras al laboratorio de física de la UCV para el respectivo análisis de los parámetros físicos (pH, Turbidez, Conductividad Electrica, Temperatura y Oxido Disuelto), carga orgánica (DBO₅ y DQO) y carga biológica (Coliformes Termotolerantes).



Figura N° 15: Muestras finales después del tratamiento con micronanoburbujas de aire y grafeno.

Fuente: Elaboración propia, 2019.



Figura N° 16: Medición de los parámetros físicos con el multi-parámetro.
Fuente: Elaboración propia, 2019.

En las Tablas N°7, 8 y 9, se aprecian los resultados obtenidos con el tratamiento de micronanoburbujas de aire y grafeno en 20, 40 y 60 min.

Tabla N° 07: Resultados de los parámetros Físicos después del tratamiento

PARÁMETROS	UNIDADES	M1			M2			M3		
		Rep. 1-20'	Rep. 2-40'	Rep. 3-60'	Rep. 1-20'	Rep. 2-40'	Rep. 3-60'	Rep. 1-20'	Rep. 2-40'	Rep. 3-60'
		Grafeno								
		6 g	12 g	18 g	6 g	12 g	18 g	6 g	12 g	18 g
pH	<i>Unidades de pH</i>	8.24	8.17	8.12	8.25	8.18	8.14	8.27	8.19	8.16
Turbidez	<i>NTU</i>	23.40	18.02	12.4	23.5	18.07	12.6	23.7	18.2	12.7
Conductividad Eléctrica	<i>μS/cm</i>	884	523	253	885	526	255	886	528	258
Temperatura	<i>°C</i>	21.6	22.6	21.9	21.7	22.8	21.6	21.9	22.8	21.7
Oxígeno Disuelto	<i>mg/L</i>	5.5	6.4	6.8	5.3	6.38	6.6	5.2	6.27	6.5

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Interpretación: En la tabla N°7 se observan los resultados de los parámetros físicos obtenidos después del tratamiento con las micronanoburbujas de aire y grafeno, en donde se puede evidenciar en la M1, M2 y M3 hubo una mayor reducción de los contaminantes en el tiempo de 60 minutos, con filtración de 18 g de grafeno.

Tabla N° 08: Resultados de la medición de Carga Orgánica después del tratamiento

		M1			M2			M3		
PARÁMETROS	UNIDADES	Rep. 1-20'	Rep. 2-40'	Rep. 3-60'	Rep. 1-20'	Rep. 2-40'	Rep. 3-60'	Rep. 1-20'	Rep. 2-40'	Rep. 3-60'
		Grafeno								
		6 g	12 g	18 g	6 g	12 g	18 g	6 g	12 g	18 g
DBO₅	<i>mg/L</i>	153	197	57	157	99	59	158	101	61
DQO	<i>mg/L</i>	282	165	114	284	167	117	285	169	119

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Interpretación: En la tabla N°8 se observan los resultados de carga orgánica (DBO₅ y DQO) obtenidos después del tratamiento con las micronanoburbujas de aire y grafeno, en donde se puede evidenciar en la M1, M2 y M3 hubo una mayor reducción de los contaminantes en el tiempo de 60 minutos, con filtración de 18 g de grafeno.

Tabla N° 09: Resultados de la medición de Carga Biológica después del tratamiento

PARÁMETROS	UNIDADES	M1			M2			M3		
		Rep. 1-20'	Rep. 2-40'	Rep. 3-60'	Rep. 1-20'	Rep. 2-40'	Rep. 3-60'	Rep. 1-20'	Rep. 2-40'	Rep. 3-60'
		Grafeno								
		6 g	12 g	18 g	6 g	12 g	18 g	6 g	12 g	18 g
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	2.0 x 10 ⁴	1.1 x 10 ³	2.9 x 10 ³	2.1 x 10 ⁴	1.3 x 10 ³	3.2 x 10 ³	2.2 x 10 ⁴	1.3 x 10 ³	3.2 x 10 ³

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Interpretación: En la tabla N°9 se observan los resultados de la carga biológica (Coliformes Termotolerantes) obtenidos después del tratamiento con micronanoburbujas de aire y grafeno, en donde se puede evidenciar en la M1, M2 y M3 hubo una mayor reducción de los contaminantes en el tiempo de 60 minutos, con filtración de 18 g de grafeno.

Diámetro de las micronanoburbujas (MNB)

Para medir el tamaño de las micronanoburbujas se utilizó un microscopio trinocular MODELO BM-120 T-LUZ LED, con cámara de marca Boeco de 5 megapíxeles.

Se obtuvo como mínima medida de micronanoburbujas 1.02 μm y como medida máxima 2.72 μm. El promedio de la medida de las micronanoburbujas es de 1.55 μm.

A continuación, se muestran las imágenes de las medidas mencionadas.

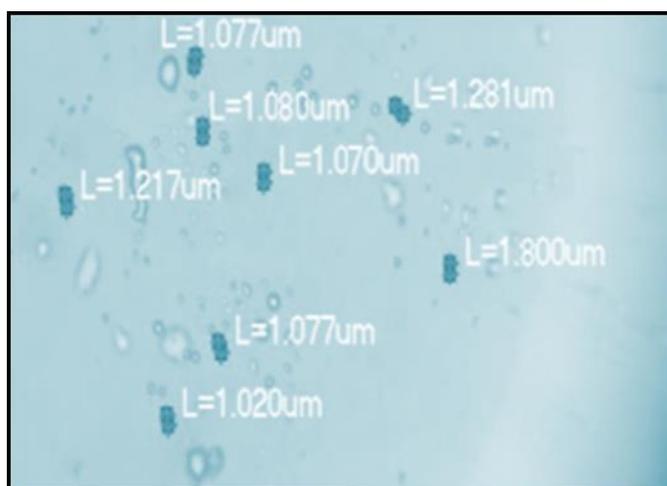


Figura N° 17: Medición de la micronanoburbujas.

Fuente: Elaboración propia, 2019.

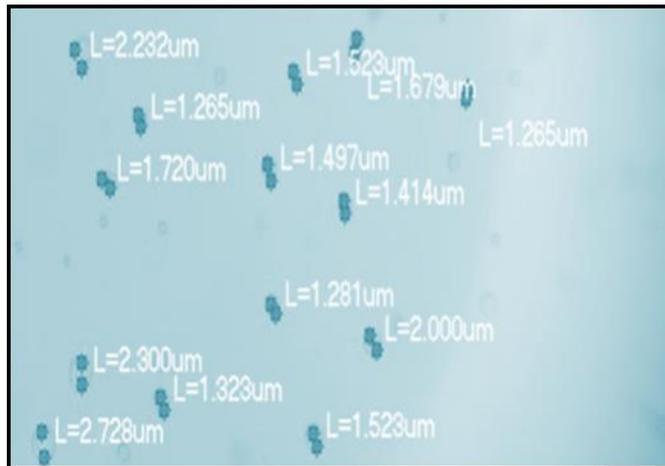


Figura N° 18: Medición de la microneanoburbujas.
Fuente: Elaboración propia, 2019.

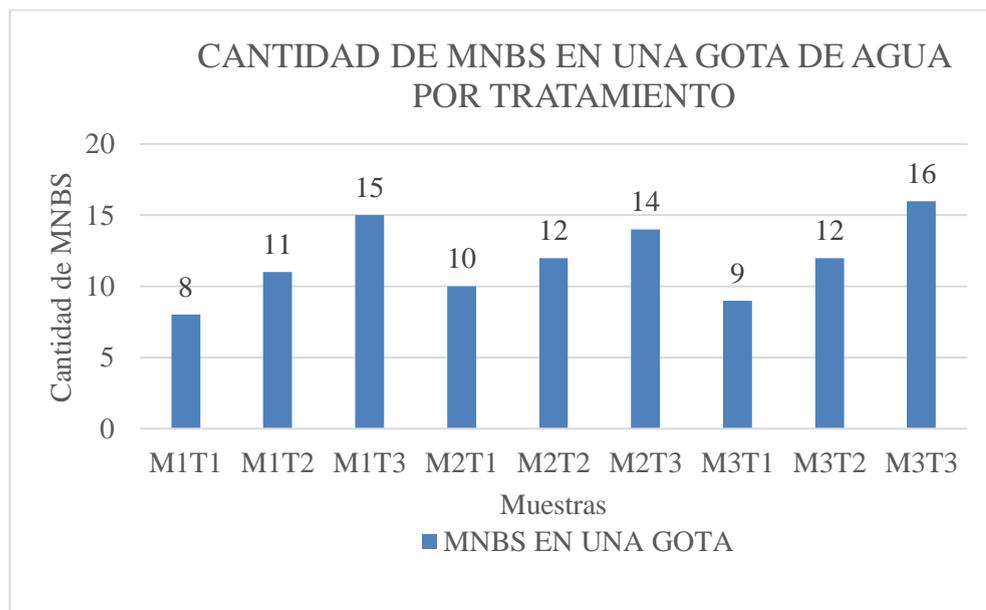


Figura N° 19: Cantidad de microneanoburbujas en una gota de agua.
Fuente: Elaboración propia, 2019.

Interpretación: Se analizaron las gotas por muestras para determinar el número de microneanoburbujas, observándose que la tendencia en las tres muestras fue creciente, tal como se muestra en la Figura N°19.

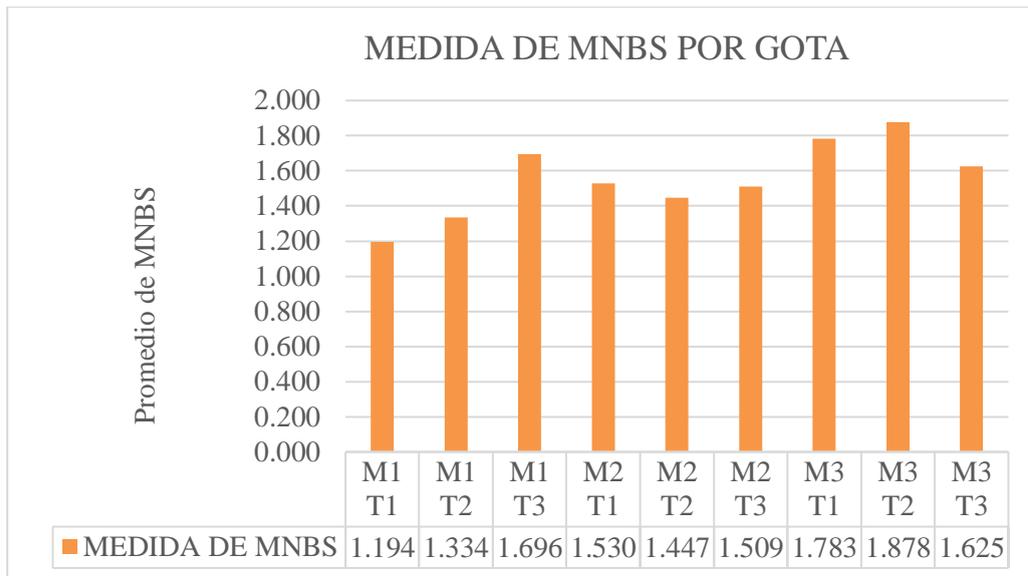


Figura N° 20: Medida promedio del diámetro de las micronanoburbujas.
Fuente: Elaboración propia, 2019.

Interpretación: Se midió el tamaño de micronanoburbujas por muestra y a partir de ello se obtuvo la medida promedio.

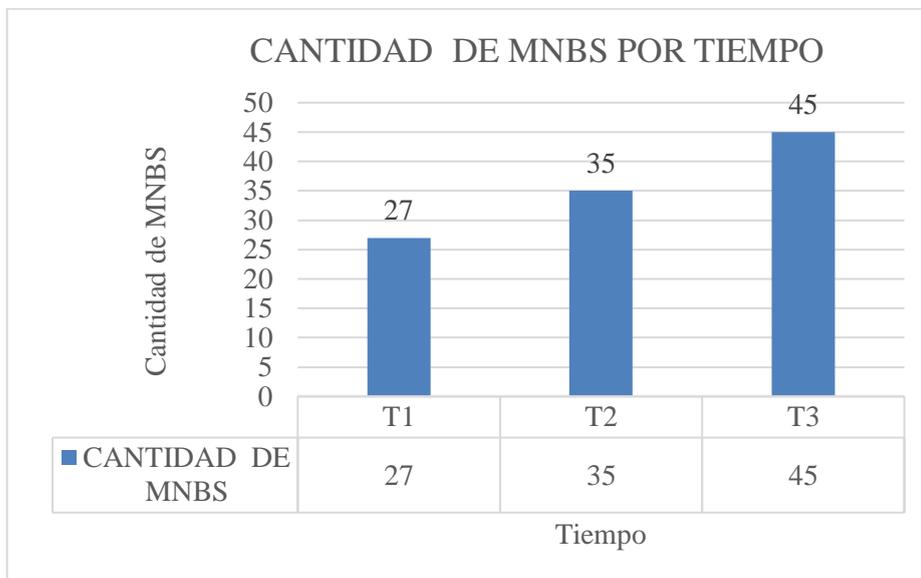


Figura N° 21: Cantidad de micronanoburbujas por tiempo en una gota de agua
Fuente: Elaboración propia, 2019.

Interpretación: Se analizaron las cantidades de MNB en una gota de agua en tiempos de (20, 40 y 60 minutos) demostrando que a mayor tiempo mayor presencia de MNB que se dio en los 60 minutos del tratamiento.

– **Presión interna**

Ecuación de Young–Laplace

Formula:

$$P = PI + \frac{4 \sigma}{db} \quad (4)$$

Dónde:

P = presión interna de la burbuja (x atm)

PL = presión del líquido (0.96 atm)

σ = Tensión superficial (0.0728 N/m)

d = Diámetro de la MNB (1.55×10^{-6} m)

Pl : presión del líquido:

$$= \rho \cdot g \cdot h$$

$$= (998.2 \text{ kg/m}^3) (9.8 \text{ m/s}^2) (0.10 \text{ m})$$

$$= 978.23 \text{ kg/ms}^2$$

$$= 978.23 \text{ Pa} = 0.96 \text{ atm}$$

σ : Tensión superficial= 0.0728N/m

db : Diámetro de la burbuja= 1.55×10^{-6} m

$$PI = 0.96 \text{ atm} + \frac{4(0.0728 \frac{\text{N}}{\text{m}})}{1.55 \times 10^{-6} \text{ m}} \quad (5)$$

$$P = 0.96 \text{ atm} + 142363.63 \text{ Nm}^2$$

$$P = 0.96 \text{ atm} + 1.42 \text{ atm} = 2.38 \text{ atm}$$

– **Velocidad de ascenso**

Aplicando la ecuación de Stokes

$$V = \frac{\rho g d^2}{18 \eta} \quad (6)$$

Dónde:

V: Velocidad de ascenso

p: Densidad del líquido= 998.2kg/m³

g: Aceleración de la gravedad = 9.8 m/s²

d: Diámetro de la burbuja=1.55x10⁻⁶ m

μ: viscosidad del líquido = 1.003 x 10⁻³ m² /s

$$V = \frac{998.2 \frac{kg}{m^3} \left(9.8 \frac{m}{s^2}\right) (1.55 \times 10^{-6} m)^2}{18 \left(\frac{1.003 \times 10^{-3} kg}{ms}\right)} \quad (7)$$

$$V = 1.25 \times 10^{-6} \frac{m}{s} \quad (8)$$

Por lo tanto, se puede decir que la MNBs (1.55μm) se eleva lentamente 1.25 m/s por hora.

– Características del grafeno:

Para determinar las características de grafeno se realizó un análisis de una muestra de grafeno mediante el método de Espectroscopia Raman, se llevó a cabo en el laboratorio del centro de caracterización de materiales, bajo el cargo del Dr. Andrés Guerra.

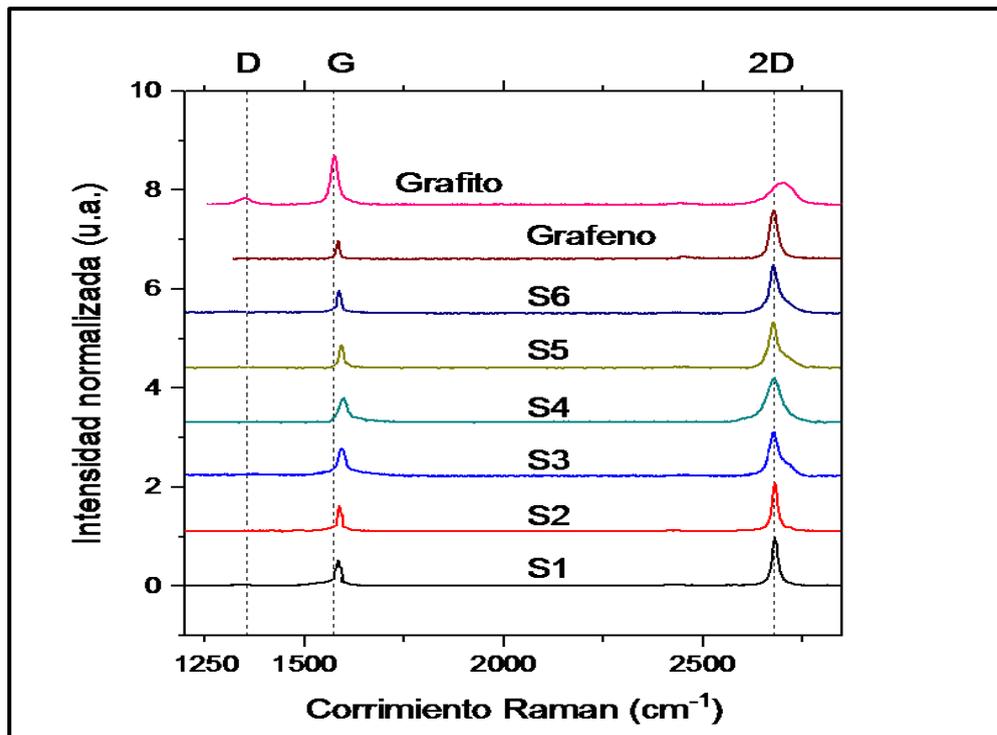


Figura N° 22: Espectro Raman en la banda G y 2D de la muestra de grafeno.
Fuente: Centro de caracterización de materiales PUCP, 2019.

Interpretación: En la Figura N°22 se aprecia los espectros Raman de las muestras de grafeno medidas a un rango de 1000 a 3000 cm^{-1} , donde la forma e intensidad de picos de grafeno en las bandas G Y 2D muestran cambios significativos en la forma e intensidad. Las características más intensas están en el pico 2D que oscilan de 1600 a 2800 cm^{-1} cuyos valores de frecuencia es más alta que los del pico G, estos oscilan entre 1600 a 1800 cm^{-1} .

Tabla N° 10: Resultados de la medición de Conductividad

Conductividad	Resistencia (Ω)
Grafeno	140.5

Fuente: Elaboración propia, 2019.

3.1.1. ETAPA 04: Análisis estadístico de los resultados

Estadística descriptiva

Tabla N°11: Lecturas directas de los parámetros durante el ensayo

ENSAYO		pH (Unidades de pH)	Turbidez (NTU)	Conductividad Eléctrica ($\mu S/cm$)	Temperatura ($^{\circ}C$)	Oxígeno Disuelto (mg/L)	DBO ₅ (mg/)	DQO (mg/)	Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)
MUESTRA INICIAL 1		7.61	62.33	991.67	22.27	1.27	280	483	4.4 x 10 ⁴
M1	Rep.- 1 20 min. Grafeno 6 g	8.24	23.4	884	21.6	5.5	153	282	2.0 x 10 ⁴
	Rep.- 2 40 min. Grafeno 12 g	8.17	18.02	523	22.6	6.4	97	165	1.1 x 10 ⁴
	Rep.- 3 60 min. Grafeno 18 g	8.12	12.4	253	21.9	6.8	57	114	2.9 x 10 ³
M2	Rep.- 1 20 min. Grafeno 6 g	8.25	23.5	885	21.7	5.3	157	284	2.1 x 10 ⁴
	Rep.- 2 40 min. Grafeno 12 g	8.18	18.07	526	22.8	6.38	99	167	1.3 x 10 ⁴
	Rep.- 3 60 min. Grafeno 18 g	8.14	12.6	255	21.6	6.6	59	117	3.2 x 10 ³
M3	Rep.- 1 20 min. Grafeno 6 g	8.27	23.7	886	21.9	5.2	158	285	2.2 x 10 ⁴
	Rep.- 2 40 min. Grafeno 12 g	8.19	18.2	528	22.8	6.27	101	169	1.3 x 10 ⁴
	Rep.- 3 60 min. Grafeno 18 g	8.16	12.7	258	21.7	6.50	61	119	3.2 x 10 ³

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Interpretación En la tabla N°11, se observa que la evolución de reducción de los parámetros es descendente desde el inicio en los ensayos realizados, en donde se puede evidenciar en la M1, M2 y M3 hubo una mayor reducción de los contaminantes en el tiempo de 60 minutos, con filtración de 18 g de grafeno, sin embargo, para el parámetro oxígeno disuelto la evolución va ascendiendo en cada tiempo (Véase los gráficos adjuntos).

✓ **Parámetro Turbidez**

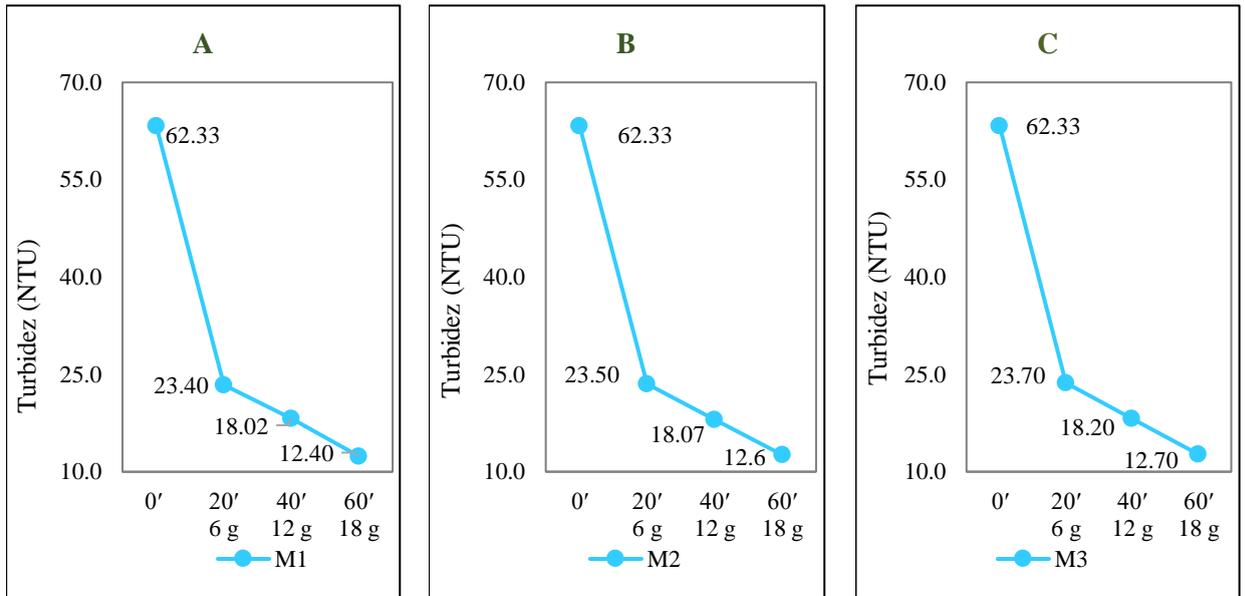


Figura N° 23: Resultados de la turbidez en la M1, M2 y M3 a diferentes tiempos de tratamiento y cantidades de grafeno.

Fuente: Elaboración propia, 2019.

En la figura N°23, se observan en (A), los resultados de la turbidez de la muestra tratada M1 a diferentes tiempos de tratamiento y cantidades de grafeno, obteniendo una reducción de la turbidez de 62.33 NTU a 12.4 NTU en el tiempo de 60 minutos con filtración de 18 gramos de grafeno. En (B), se observan los resultados de la turbidez de la muestra tratada M2 a diferentes tiempos de tratamiento y cantidades de grafeno, obteniendo una reducción de la turbidez de 62.33 NTU a 12.6 NTU en el tiempo de 60 minutos con filtración de 18 gramos de grafeno. En (C), se observan los resultados de la turbidez de la muestra tratada M3 a diferentes tiempos de tratamiento y cantidades de grafeno, obteniendo una reducción de la turbidez de 62.33 NTU a 12.7 NTU en el tiempo de 60 minutos con filtración de 18 gramos de grafeno.

✓ **Parámetro Conductividad Eléctrica**

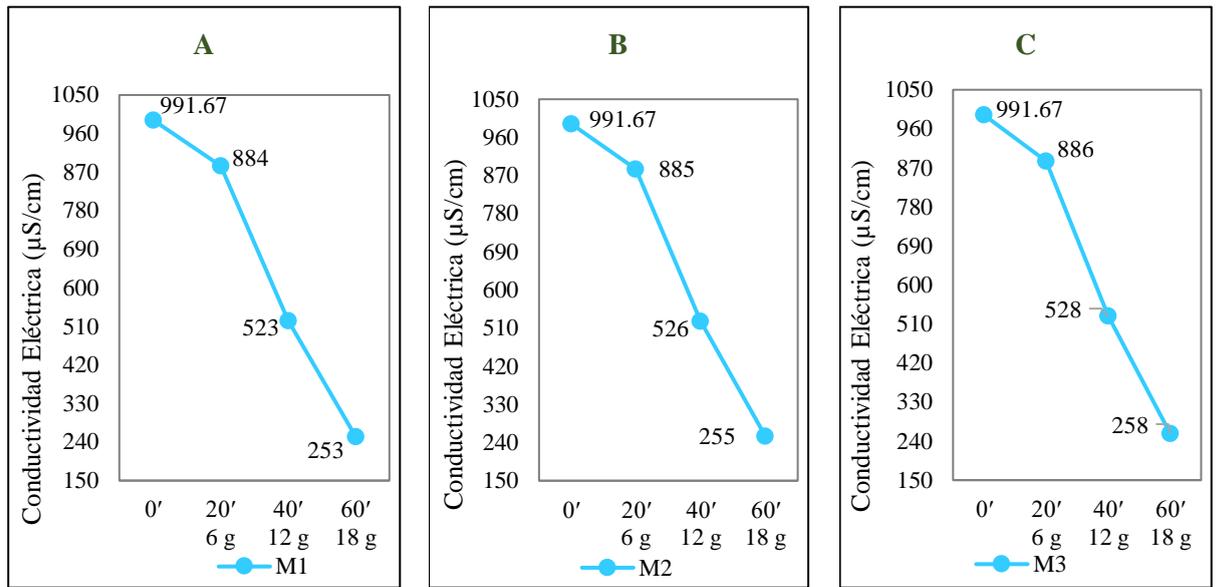


Figura N° 24: Resultados de la conductividad eléctrica en la M1, M2 y M3 a diferentes tiempos de tratamiento y cantidades de grafeno.

Fuente: Elaboración propia, 2019.

En la figura N°24, se observan en (A), los resultados de la conductividad eléctrica de la muestra tratada M1 a diferentes tiempos de tratamiento y cantidades de grafeno, obteniendo una reducción de la conductividad eléctrica de 991.67 µS/cm a 253 µS/cm en el tiempo de 60 minutos con filtración de 18 gramos de grafeno. En (B), se observan los resultados de la conductividad eléctrica de la muestra tratada M2 a diferentes tiempos de tratamiento y cantidades de grafeno, obteniendo una reducción de la conductividad eléctrica de 991.67 µS/cm a 255 µS/cm en el tiempo de 60 minutos con filtración de 18 gramos de grafeno. En (C), se observan los resultados de la conductividad eléctrica de la muestra tratada M3 a diferentes tiempos de tratamiento y cantidades de grafeno, obteniendo una reducción de la conductividad eléctrica de 991.67 µS/cm a 258 µS/cm en el tiempo de 60 minutos con filtración de 18 gramos de grafeno.

✓ **Parámetro Oxígeno Disuelto**

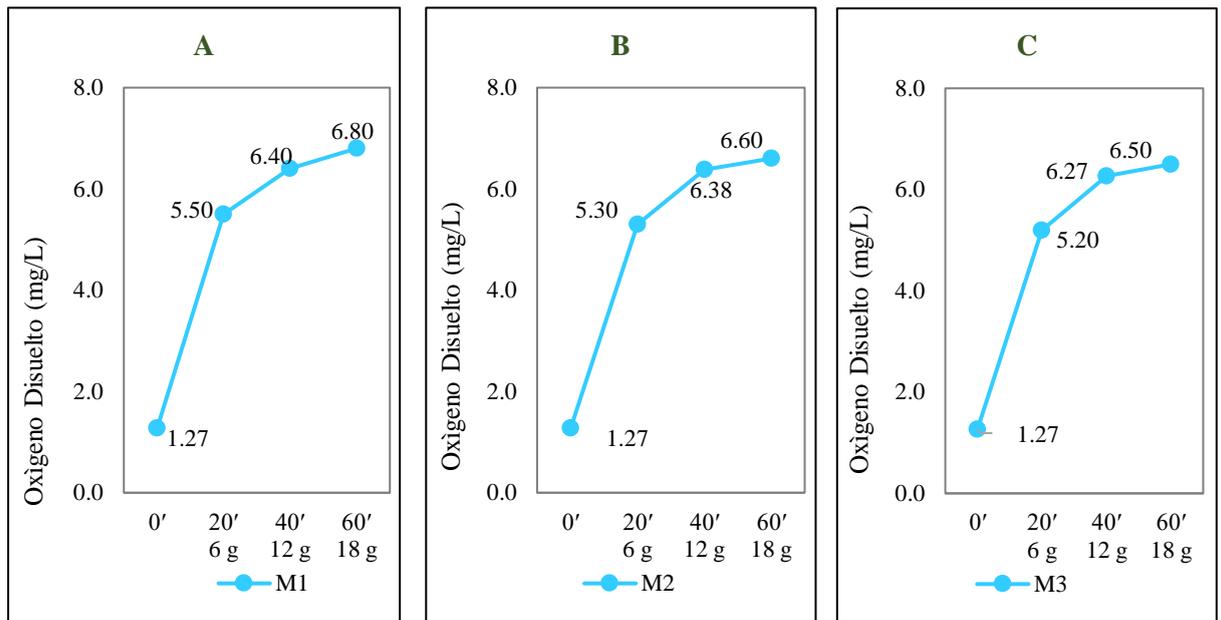


Figura N°. 25: Resultados del oxígeno disuelto en la M1, M2 y M3 a diferentes tiempos de tratamiento y cantidades de grafeno.

Fuente: Elaboración propia, 2019.

En la figura N°25, se observan en (A), los resultados del oxígeno disuelto de la muestra tratada M1 a diferentes tiempos de tratamiento y cantidades de grafeno, obteniendo una evolución del oxígeno disuelto de 1.27 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 6.80 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el tiempo de 60 minutos con filtración de 18 gramos de grafeno. En (B), se observan los resultados del oxígeno disuelto de la muestra tratada M2 a diferentes tiempos de tratamiento y cantidades de grafeno, obteniendo una evolución del oxígeno disuelto de 1.27 mg/L a 6.60 mg/L en el tiempo de 60 minutos con filtración de 18 gramos de grafeno. En (C), se observan los resultados del oxígeno disuelto de la muestra tratada M3 a diferentes tiempos de tratamiento y cantidades de grafeno, obteniendo una evolución del oxígeno disuelto de 1.27 mg/L a 6.50 mg/L en el tiempo de 60 minutos con filtración de 18 gramos de grafeno.

✓ **Parámetro DBO₅**

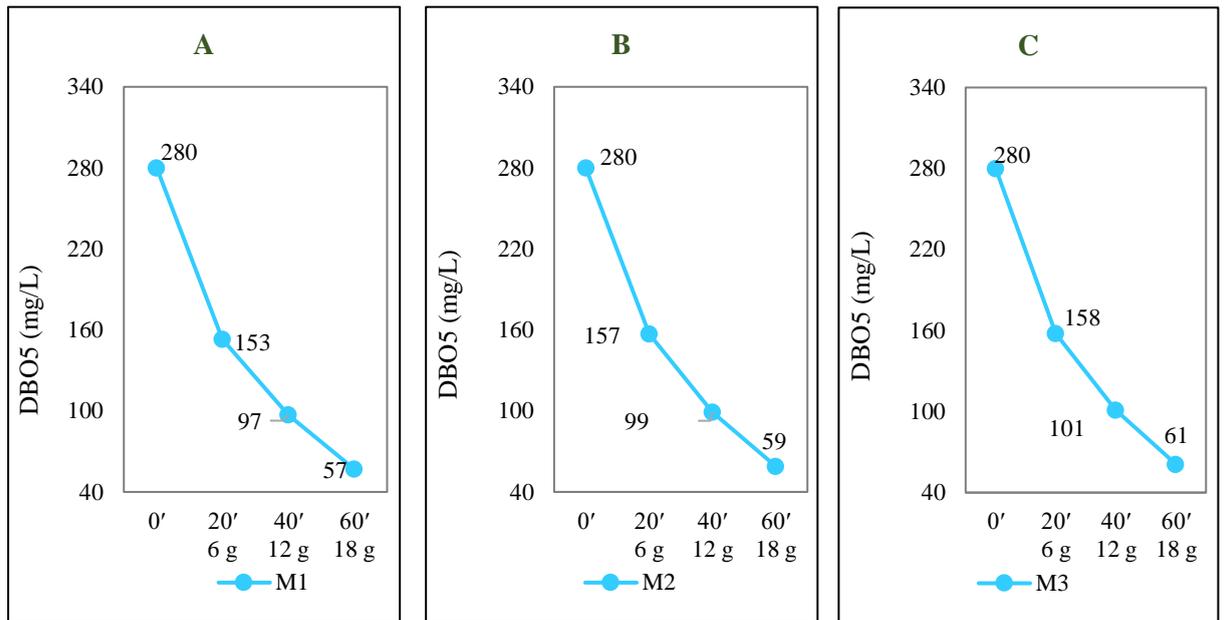


Figura N° 26: Resultados de la DBO₅ en la M1, M2 y M3 a diferentes tiempos de tratamiento y cantidades de grafeno.

Fuente: Elaboración propia, 2019.

En la figura N°26, se observan en (A), los resultados de la DBO₅ de la muestra tratada M1 a diferentes tiempos de tratamiento y cantidades de grafeno, obteniendo una reducción de la DBO₅ de 280 mg/L a 57 mg/L en el tiempo de 60 minutos con filtración de 18 gramos de grafeno. En (B), se observan los resultados de la DBO₅ de la muestra tratada M2 a diferentes tiempos de tratamiento y cantidades de grafeno, obteniendo una reducción de la DBO₅ de 280 mg/L a 59 mg/L en el tiempo de 60 minutos con filtración de 18 gramos de grafeno. En (C), se observan los resultados de la DBO₅ de la muestra tratada M3 a diferentes tiempos de tratamiento y cantidades de grafeno, obteniendo una reducción de la DBO₅ de 280 mg/L a 61 mg/L en el tiempo de 60 minutos con filtración de 18 gramos de grafeno.

✓ **Parámetro DQO**

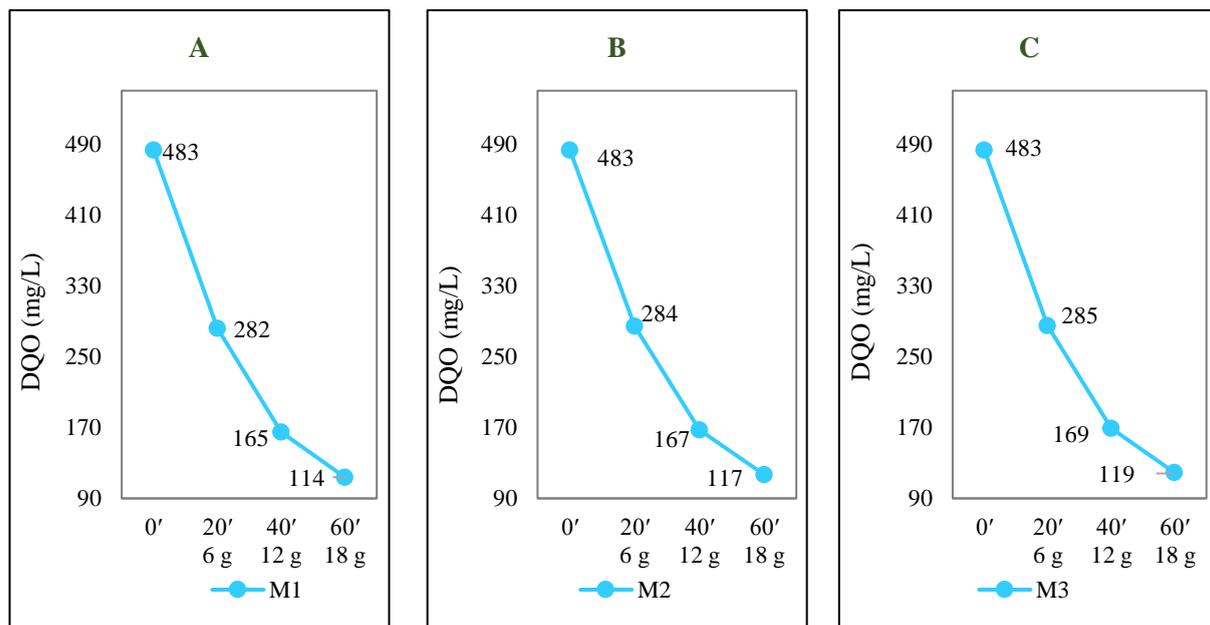


Figura N° 27: Resultados de la DQO en la M1, M2 y M3 a diferentes tiempos de tratamiento y cantidades de grafeno.

Fuente: Elaboración propia, 2019.

En la figura N°27, se observan en (A), los resultados de la DQO de la muestra tratada M1 a diferentes tiempos de tratamiento y cantidades de grafeno, obteniendo una reducción de la DQO de 483 mg/L a 114 mg/L en el tiempo de 60 minutos con filtración de 18 gramos de grafeno. En (B), se observan los resultados de la DQO de la muestra tratada M2 a diferentes tiempos de tratamiento y cantidades de grafeno, obteniendo una reducción de la DQO de 483 mg/L a 117mg/L en el tiempo de 60 minutos con filtración de 18 gramos de grafeno. En (C), se observan los resultados de la DQO de la muestra tratada M3 a diferentes tiempos de tratamiento y cantidades de grafeno, obteniendo una reducción de la DQO de 483 mg/L a 119 mg/L en el tiempo de 60 minutos con filtración de 18 gramos de grafeno.

✓ **Parámetro Coliformes Termotolerantes**

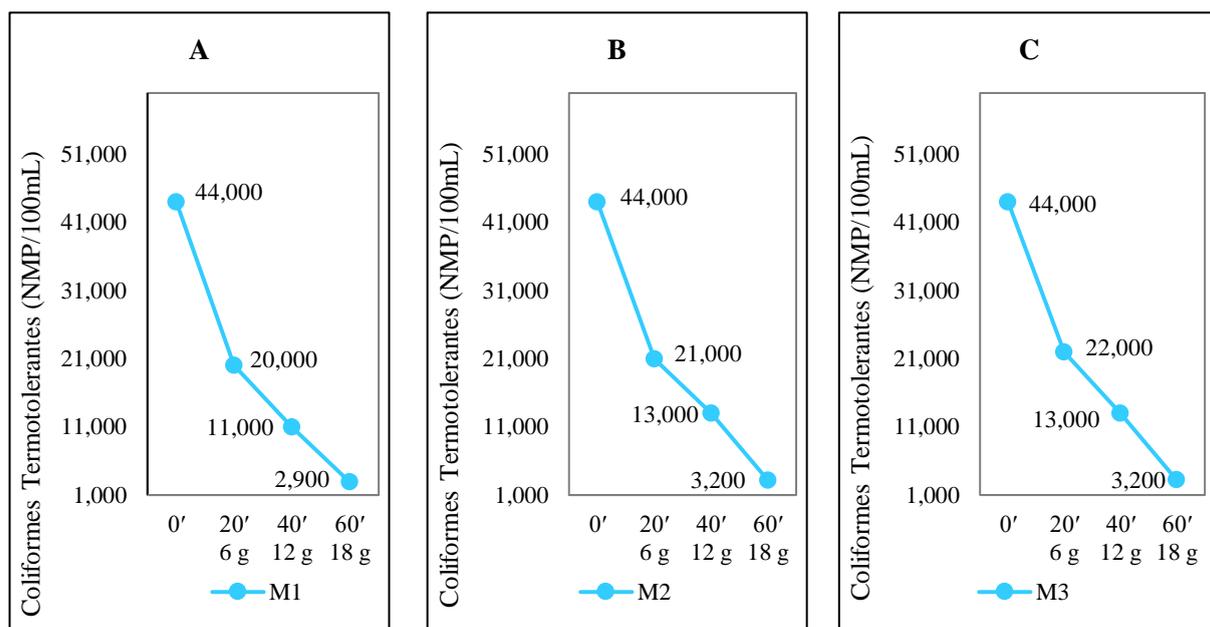


Figura N° 28: Resultados de Coliformes Termotolerantes en la M1, M2 y M3 a diferentes tiempos de tratamiento y cantidades de grafeno.

Fuente: Elaboración propia, 2019.

En la figura N°28, se observan en (A), los resultados de Coliformes Termotolerantes de la muestra tratada M1 a diferentes tiempos de tratamiento y cantidades de grafeno, obteniendo una reducción de Coliformes Termotolerantes de 44000 NMP/100 mL a 2900 NMP/100 mL en el tiempo de 60 minutos con filtración de 18 gramos de grafeno. En (B), se observan los resultados de Coliformes Termotolerantes de la muestra tratada M2 a diferentes tiempos de tratamiento y cantidades de grafeno, obteniendo una reducción de Coliformes Termotolerantes de 44000 NMP/100 mL a 3200 NMP/100 mL en el tiempo de 60 minutos con filtración de 18 gramos de grafeno. En (C), se observan los resultados de Coliformes Termotolerantes de la muestra tratada M3 a diferentes tiempos de tratamiento y cantidades de grafeno, obteniendo una reducción de Coliformes Termotolerantes de 44000 NMP/100 mL a 3200 NMP/100 mL en el tiempo de 60 minutos con filtración de 18 gramos de grafeno.

Porcentaje de remoción de la turbidez Mediante el uso de micronanoburbujas de aire y grafeno.

$$\% R = \left(\frac{C_i - C_f}{C_i} \right) * 100 \quad (9)$$

Dónde:

C_i = Concentración inicial

C_f = Concentración final

La remoción de Turbidez se determinó por cada muestra, observándose que, la mayor remoción de turbidez se dio en la muestra 1 en el tercer tiempo de 60 minutos y con 18 g de grafeno cuyos valores son de 80.11% (de 62.33 NTU a 12.4 NTU).

Tabla N° 12: Porcentaje de remoción de Turbiedad

Muestras	Turbidez (NTU)	Remoción (%)
Muestra Inicial	62.33	
M1T1	23.4	62.46
M1T2	18.02	71.09
M1T3	12.4	80.11
Muestra Inicial	62.33	
M2T1	23.5	62.3
M2T2	18.07	71.01
M2T3	12.6	79.79
Muestra Inicial	62.33	
M3T1	23.7	61.98
M3T2	18.2	70.8
M3T3	12.7	79.72

Fuente: Elaboración propia, 2019.

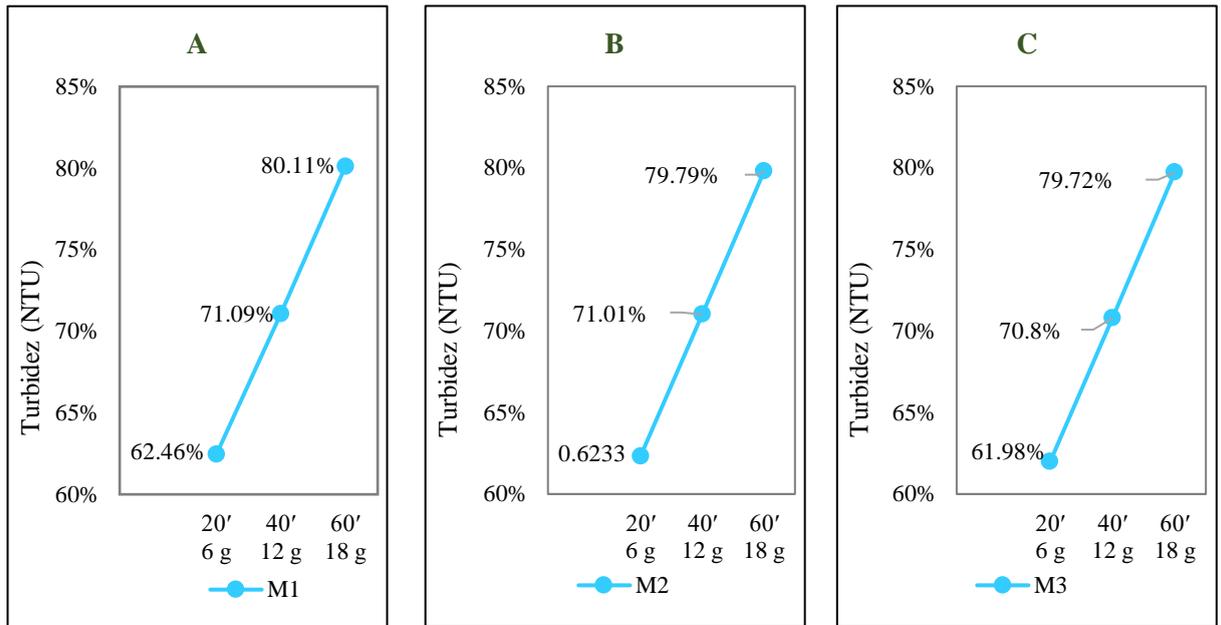


Figura N° 25: Porcentaje de remoción de turbidez
Fuente: Elaboración propia, 2019.

Porcentaje de remoción de la DBO₅ Mediante el uso de micronanoburbujas de aire y grafeno.

La remoción de DBO₅ se determinó por cada muestra, observándose que el valor máximo de remoción se dio en la muestra 1 en el tercer tiempo de 60 minutos y con 18 g. de grafeno cuyos valores son 78.78% (de 280 mg/L a 57 mg/L).

Tabla N° 13: Porcentaje de remoción de DBO₅

Muestras	DBO ₅ (mg/L)	Remoción (%)
Muestra Inicial	280	
M1T1	153	38.29
M1T2	97	59.27
M1T3	57	78.78
Muestra Inicial	280	
M2T1	157	37.80
M2T2	99	58.78
M2T3	59	78.29
Muestra Inicial	280	
M3T1	158	37.56
M3T2	101	58.29
M3T3	61	77.80

Fuente: Elaboración propia, 2019.

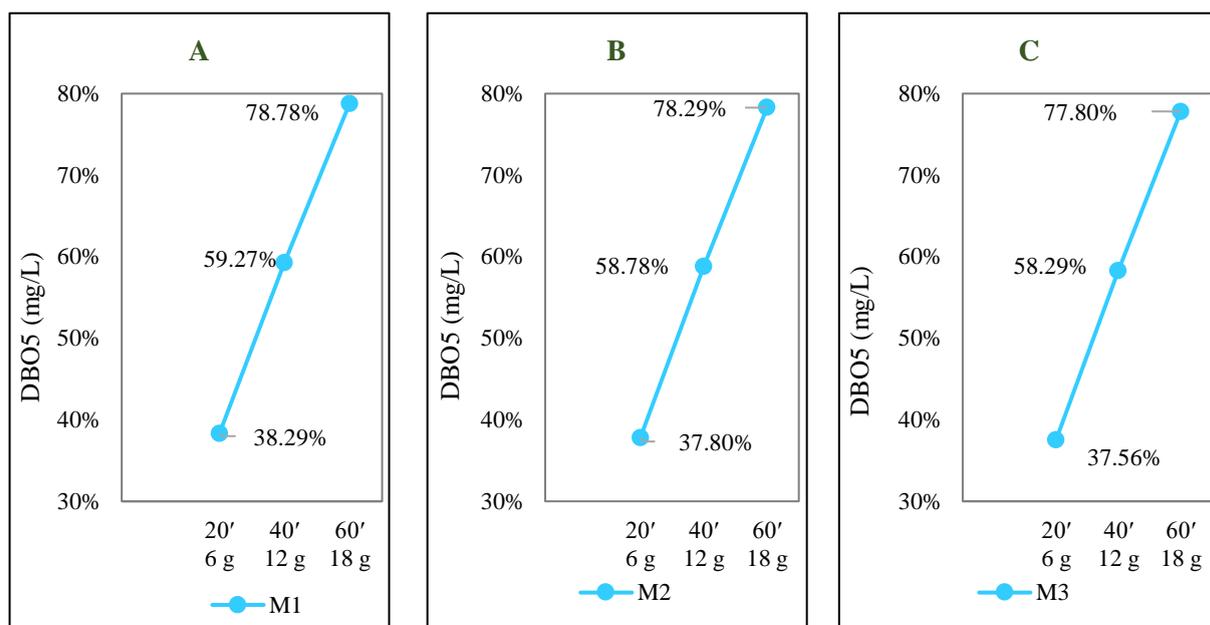


Figura N° 26: Porcentaje de remoción de la DBO₅
Fuente: Elaboración propia, 2019.

Porcentaje de remoción de la DQO Mediante el uso de micronanoburbujas de aire y grafeno.

La remoción de DQO se determinó por cada muestra, observándose que el valor máximo de remoción se encuentra en la muestra 1 en el tercer tiempo de 60 minutos y con 18g de grafeno cuyos valores son 76.40% (de 483mg/L a 114 mg/L).

Tabla N° 14: Porcentaje de remoción de DQO

Muestras	DQO (mg/L)	Remoción (%)
Muestra Inicial	483	
M1T1	282	41.61
M1T2	165	65.84
M1T3	114	76.40
Muestra Inicial	483	
M2T1	284	41.20
M2T2	167	65.42
M2T3	117	75.78
Muestra Inicial	483	
M3T1	285	40.99
M3T2	169	65.01
M3T3	119	75.36

Fuente: Elaboración propia, 2019.

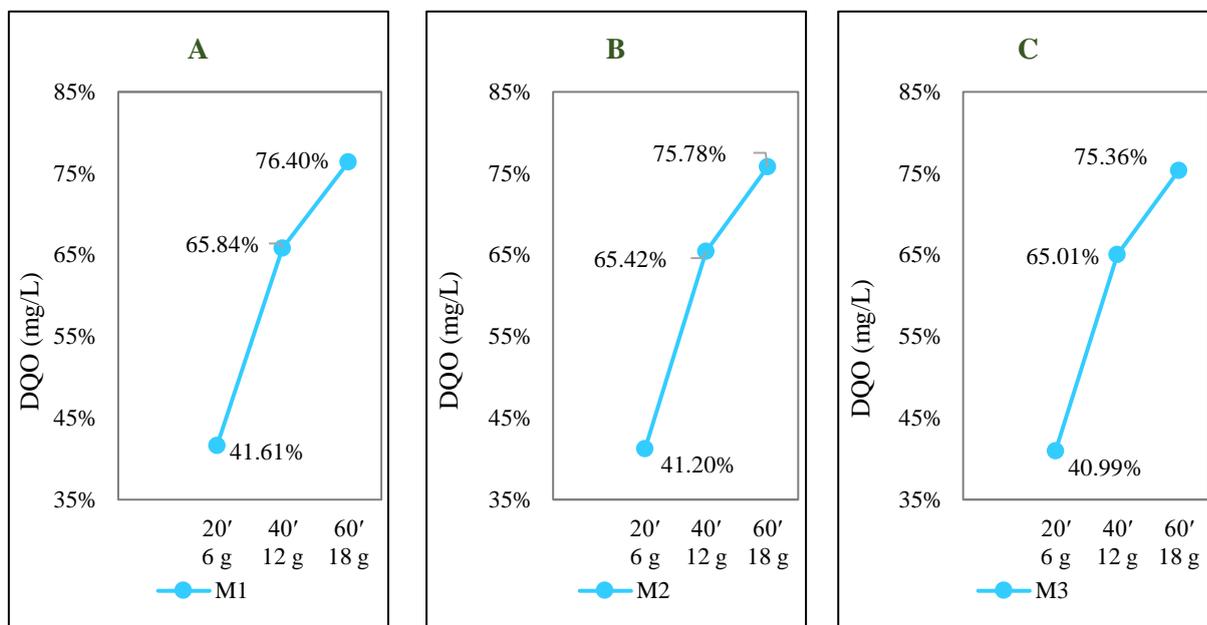


Figura N° 27: Porcentaje de remoción de la DQO
Fuente: Elaboración propia, 2019.

Porcentaje de remoción de Coliformes Termotolerantes Mediante el uso de micronanoburbujas de aire y grafeno.

La remoción de Coliformes Termotolerantes se determinó por cada muestra, observándose que el valor máximo de remoción se dio en la muestra 1 en el tercer tiempo de 60 minutos y con 18 g. de grafeno cuyos valores son 93.41% (de 4.4×10^4 NMP/100 mL a 2.9×10^3 NMP/100 mL).

Tabla N° 15: Porcentaje de remoción de Coliformes Termotolerantes

Muestras	Coliformes Termotolerantes (NMP/100 mL)	Remoción (%)
Muestra Inicial	4.4×10^4	
M1T1	2.0×10^4	54.55
M1T2	1.1×10^4	75.00
M1T3	2.9×10^3	93.41
Muestra Inicial	4.4×10^4	
M2T1	2.1×10^4	52.27
M2T2	1.3×10^4	70.45
M2T3	3.2×10^3	92.73
Muestra Inicial	4.4×10^4	
M3T1	2.2×10^4	50.00
M3T2	1.3×10^4	70.45
M3T3	3.2×10^3	92.73

Fuente: Elaboración propia, 2019

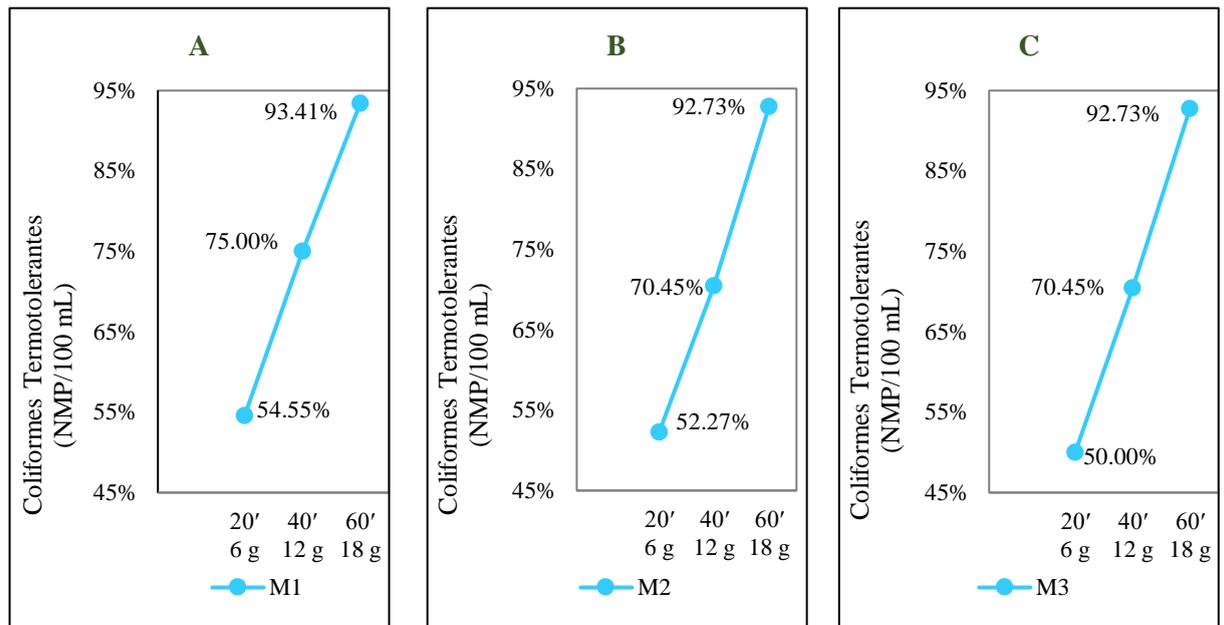


Figura N° 28: Porcentaje de remoción de Coliformes Termotolerantes
Fuente: Elaboración propia, 2019.

Contrastación de la Hipótesis

– Prueba de T- Student

Se utiliza para contrastar hipótesis sobre medias en poblaciones con distribución normal, de manera que nos permitirá saber si los datos son paramétricos.

Prueba de la normalidad

La prueba nos permitirá determinar si la distribución es normal o no.

Hipótesis específica 1:

H1 = El uso de micronanoburbujas de aire y grafeno reducirá las características físicas (pH, NTU, CE, °C y OD) de afluentes del PTAR Ancón.

H0 = El uso de micronanoburbujas de aire y grafeno NO reducirá las características físicas (pH, NTU, CE, °C y OD) de afluentes del PTAR Ancón.

Tabla N° 16: Resumen de procesamiento de casos

TIEMPO	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
PH INICIAL	3	100.0%	0	0.0%	3	100.0%
PH USANDO 06g DE GRAFENO EN 20 MIN.	3	100.0%	0	0.0%	3	100.0%
PH USANDO 12g de GRAFENO EN 40 MIN.	3	100.0%	0	0.0%	3	100.0%
PH USANDO 18g de GRAFENO EN 60 MIN.	3	100.0%	0	0.0%	3	100.0%
TURBIDEZ INICIAL	3	100.0%	0	0.0%	3	100.0%
TURBIDEZ USANDO 06g DE GRAFENO EN 20 MIN.	3	100.0%	0	0.0%	3	100.0%
TURBIDEZ USANDO 12g DE GRAFENO EN 40 MIN.	3	100.0%	0	0.0%	3	100.0%
TURBIDEZ USANDO 18g DE GRAFENO EN 60 MIN.	3	100.0%	0	0.0%	3	100.0%
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA INICIAL	3	100.0%	0	0.0%	3	100.0%
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA USANDO 06g DE GRAFENO EN 20 MIN.	3	100.0%	0	0.0%	3	100.0%
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA USANDO 12g DE GRAFENO EN 40 MIN.	3	100.0%	0	0.0%	3	100.0%
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA USANDO 18g DE GRAFENO EN 60 MIN.	3	100.0%	0	0.0%	3	100.0%
TEMPERATURA INICIAL	3	100.0%	0	0.0%	3	100.0%
TEMPERATURA USANDO 06g DE GRAFENO EN 20 MIN.	3	100.0%	0	0.0%	3	100.0%
TEMPERATURA USANDO 12g DE GRAFENO EN 40 MIN.	3	100.0%	0	0.0%	3	100.0%
TEMPERATURA USANDO 18g DE GRAFENO EN 60 MIN.	3	100.0%	0	0.0%	3	100.0%
OXÍGENO DISUELTO INICIAL	3	100.0%	0	0.0%	3	100.0%
OXÍGENO DISUELTO USANDO 06g DE GRAFENO EN 20 MIN.	3	100.0%	0	0.0%	3	100.0%
OXÍGENO DISUELTO USANDO 12g DE GRAFENO EN 40 MIN.	3	100.0%	0	0.0%	3	100.0%
OXÍGENO DISUELTO USANDO 18g DE GRAFENO EN 60 MIN.	3	100.0%	0	0.0%	3	100.0%

Fuente: Procesamiento de datos en IBM SPSS Statistics v.24, 2019.

Tabla N° 17: Pruebas de normalidad

TIEMPO	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PH INICIAL	0.244	3	0.073	0.979	3	0.889
PH USANDO 06g DE GRAFENO EN 20 MIN.	0.253	3	0.008	0.964	3	0.637
PH USANDO 12g de GRAFENO EN 40 MIN.	0.175	3	0.141	1.000	3	1.000
PH USANDO 18g de GRAFENO EN 60 MIN.	0.195	3	0.131	0.895	3	0.079
TURBIDEZ INICIAL	0.256	3	0.009	0.048	3	0.086
TURBIDEZ USANDO 06g DE GRAFENO EN 20 MIN.	0.253	3	0.017	0.964	3	0.637
TURBIDEZ USANDO 12g DE GRAFENO EN 40 MIN.	0.280	3	0.019	0.938	3	0.520
TURBIDEZ USANDO 18g DE GRAFENO EN 60 MIN.	0.253	3	0.089	0.964	3	0.637
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA INICIAL	0.248	3	0.059	0.081	3	0.145
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA USANDO 06g DE GRAFENO EN 20 MIN.	0.175	3	0.135	1.000	3	1.000
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA USANDO 12g DE GRAFENO EN 40 MIN.	0.219	3	0.017	0.987	3	0.780
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA USANDO 18g DE GRAFENO EN 60 MIN.	0.219	3	0.081	0.987	3	0.780
TEMPERATURA INICIAL	0.249	3	0.098	0.085	3	0.605
TEMPERATURA USANDO 06g DE GRAFENO EN 20 MIN.	0.253	3	0.079	0.964	3	0.637
TEMPERATURA USANDO 12g DE GRAFENO EN 40 MIN.	0.385	3	0.156	0.750	3	0.241
TEMPERATURA USANDO 18g DE GRAFENO EN 60 MIN.	0.253	3	0.048	0.964	3	0.637
OXÍGENO DISUELTO INICIAL	0.259	3	0.098	0.059	3	0.543
OXÍGENO DISUELTO USANDO 06g DE GRAFENO EN 20 MIN.	0.253	3	0.085	0.964	3	0.637
OXÍGENO DISUELTO USANDO 12g DE GRAFENO EN 40 MIN.	0.333	3	0.178	0.862	3	0.274
OXÍGENO DISUELTO USANDO 18g DE GRAFENO EN 60 MIN.	0.253	3	0.068	0.964	3	0.637

Fuente: Procesamiento de datos en IBM SPSS Statistics v.24, 2019.

Criterio usado para la prueba de hipótesis:

Si Pvalue > $\alpha=0.05$ La distribución es Normal

Si Pvalue < $\alpha=0.05$ La distribución es No Normal

De los resultados de significancia de los parámetros físico (pH, Turbidez NTU, Conductividad Eléctrica $\mu\text{S/cm}$, Temperatura $^{\circ}\text{C}$ y Oxígeno Disuelto mg/L) se obtiene lo siguiente:

Tabla N° 18: Resultados de significancia de los parámetros Físicos.

Parámetro	Sig.	Normalidad	Prueba
PH INICIAL	0.889	Normal	T Student
PH USANDO 06g DE GRAFENO EN 20 MIN.	0.637	Normal	T Student
PH USANDO 12g de GRAFENO EN 40 MIN.	1.000	Normal	T Student
PH USANDO 18g de GRAFENO EN 60 MIN.	0.079	Normal	T Student
TURBIDEZ INICIAL	0.086	Normal	T Student
TURBIDEZ USANDO 06g DE GRAFENO EN 20 MIN.	0.637	Normal	T Student
TURBIDEZ USANDO 12g DE GRAFENO EN 40 MIN.	0.520	Normal	T Student
TURBIDEZ USANDO 18g DE GRAFENO EN 60 MIN.	0.637	Normal	T Student
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA INICIAL	0.145	Normal	T Student
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA USANDO 06g DE GRAFENO EN 20 MIN.	1.000	Normal	T Student
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA USANDO 12g DE GRAFENO EN 40 MIN.	0.780	Normal	T Student
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA USANDO 18g DE GRAFENO EN 60 MIN.	0.780	Normal	T Student
TEMPERATURA INICIAL	0.605	Normal	T Student
TEMPERATURA USANDO 06g DE GRAFENO EN 20 MIN.	0.637	Normal	T Student
TEMPERATURA USANDO 12g DE GRAFENO EN 40 MIN.	0.241	Normal	T Student
TEMPERATURA USANDO 18g DE GRAFENO EN 60 MIN.	0.637	Normal	T Student
OXÍGENO DISUELTO INICIAL	0.543	Normal	T Student
OXÍGENO DISUELTO USANDO 06g DE GRAFENO EN 20 MIN.	0.637	Normal	T Student
OXÍGENO DISUELTO USANDO 12g DE GRAFENO EN 40 MIN.	0.274	Normal	T Student
OXÍGENO DISUELTO USANDO 18g DE GRAFENO EN 60 MIN.	0.637	Normal	T Student

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Como el p-value el pH, Turbidez, Conductividad Eléctrica, Temperatura y Oxígeno Disuelto, es mayor al nivel de significancia ($\alpha=0.05$), entonces los datos se ajustan a una distribución normal, de manera que se concluye que los datos son paramétricos.

Hipótesis específica 2:

H1 = El uso de micronanoburbujas de aire y grafeno reducirá la carga orgánica (DBO₅ y DQO) de afluentes del PTAR Ancón.

H0 = El uso de micronanoburbujas de aire y grafeno NO reducirá la carga orgánica (DBO₅ y DQO)) de afluentes del PTAR Ancón.

Tabla N°19: Resumen de procesamiento de casos

TIEMPO	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
DBO5 INICIAL	3	100.0%	0	0.0%	3	100.0%
DBO5 USANDO 06g DE GRAFENO EN 20 MIN.	3	100.0%	0	0.0%	3	100.0%
DBO5 USANDO 12g de GRAFENO EN 40 MIN.	3	100.0%	0	0.0%	3	100.0%
DBO5 USANDO 18g de GRAFENO EN 60 MIN.	3	100.0%	0	0.0%	3	100.0%
DQO INICIAL	3	100.0%	0	0.0%	3	100.0%
DQO USANDO 06g DE GRAFENO EN 20 MIN.	3	100.0%	0	0.0%	3	100.0%
DQO USANDO 12g DE GRAFENO EN 40 MIN.	3	100.0%	0	0.0%	3	100.0%
DQO USANDO 18g DE GRAFENO EN 60 MIN.	3	100.0%	0	0.0%	3	100.0%

Fuente: Procesamiento de datos en IBM SPSS Statistics v.24, 2019.

Tabla N° 20: Pruebas de normalidad

TIEMPO	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DBO5 INICIAL	0.249	3	0.089	0.069	3	0.697
DBO5 USANDO 06g DE GRAFENO EN 20 MIN.	0.253	3	0.085	0.964	3	0.637
DBO5 USANDO 12g de GRAFENO EN 40 MIN.	0.175	3	0.135	1.000	3	1.000
DBO5 USANDO 18g de GRAFENO EN 60 MIN.	0.180	3	0	0.964	3	1.000
DQO INICIAL	0.269	3	0.986	0.659	3	0.759
DQO USANDO 06g DE GRAFENO EN 20 MIN.	0.253	3	0.986	0.864	3	0.637
DQO USANDO 12g DE GRAFENO EN 40 MIN.	0.175	3	0.085	1.000	3	1.000
DQO USANDO 18g DE GRAFENO EN 60 MIN.	0.219	3	0.964	0.987	3	0.780

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Procesamiento de datos en IBM SPSS Statistics v.24, 2019.

Criterio usado para la prueba de hipótesis:

Si $P\text{value} > \alpha=0.05$ La distribución es Normal

Si $P\text{value} < \alpha=0.05$ La distribución es No Normal

De los resultados de significancia la carga orgánica (DBO₅ y DQO) se obtiene lo siguiente:

Tabla N° 21: Resultados de significancia de Carga Orgánica

Parámetro	Sig.	Normalidad	Prueba
DBO5 INICIAL	0.697	Normal	T Student
DBO5 USANDO 06g DE GRAFENO EN 20 MIN.	0.637	Normal	T Student
DBO5 USANDO 12g de GRAFENO EN 40 MIN.	1.000	Normal	T Student
DBO5 USANDO 18g de GRAFENO EN 60 MIN.	0.089	Normal	T Student
DQO INICIAL	0.759	Normal	T Student
DQO USANDO 06g DE GRAFENO EN 20 MIN.	0.637	Normal	T Student
DQO USANDO 12g DE GRAFENO EN 40 MIN.	1.000	Normal	T Student
DQO USANDO 18g DE GRAFENO EN 60 MIN.	0.780	Normal	T Student

Fuente: Procesamiento de datos en IBM SPSS Statistics v.24, 2019.

Como el p-value del DBO₅ y del DQO, es mayor al nivel de significancia ($\alpha=0.05$), entonces los datos se ajustan a una distribución normal, de manera que se concluye que los datos son **paramétricos**.

Hipótesis específica 3:

H1 = El uso de micronanoburbujas de aire y grafeno reducirá la carga biológica (Coliformes Termotolerantes) de afluentes del PTAR Ancón.

H0 = El uso de micronanoburbujas de aire y grafeno NO reducirá la carga biológica (Coliformes Termotolerantes) de afluentes del PTAR Ancón.

Tabla N°22: Resumen de procesamiento de casos

TIEMPO	Casos					
	N	Válido Porcentaje	N	Perdidos Porcentaje	N	Total Porcentaje
COLIFORMES TERMOTOLERANTES INICIAL	3	100.0%	0	0.0%	3	100.0%
COLIFORMES TERMOTOLERANTES USANDO 06g DE GRAFENO EN 20 MIN.	3	100.0%	0	0.0%	3	100.0%
COLIFORMES TERMOTOLERANTES USANDO 12g de GRAFENO EN 40 MIN.	3	100.0%	0	0.0%	3	100.0%
COLIFORMES TERMOTOLERANTES USANDO 18g de GRAFENO EN 60 MIN.	3	100.0%	0	0.0%	3	100.0%

Fuente: Procesamiento de datos en IBM SPSS Statistics v.24, 2019.

Tabla N°23: Pruebas de normalidad

TIEMPO	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
COLIFORMES TERMOTOLERANTES INICIAL	0.469	3	0.519	0.850	3	0.159
COLIFORMES TERMOTOLERANTES USANDO 06g DE GRAFENO EN 20 MIN.	0.175	3	0.065	1.000	3	0.637
COLIFORMES TERMOTOLERANTES USANDO 12g de GRAFENO EN 40 MIN.	0.385	3	0.807	0.750	3	0.698
COLIFORMES TERMOTOLERANTES USANDO 18g de GRAFENO EN 60 MIN.	0.385	3	0.079	0.750	3	0.059

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Procesamiento de datos en IBM SPSS Statistics v.24, 2019.

Criterio usado para la prueba de hipótesis:

Si $P\text{value} > \alpha=0.05$ La distribución es Normal

Si $P\text{value} < \alpha=0.05$ La distribución es No Normal

De los resultados de significancia la carga biológica (Coliformes Termotolerantes) se obtiene lo siguiente:

Tabla N°24: Resultados de significancia de Carga Biológica

Parámetro	Sig.	Normalidad	Prueba
COLIFORMES TERMOTOLERANTES INICIAL	0.159	Normal	T Student
COLIFORMES TERMOTOLERANTES USANDO 06g DE GRAFENO EN 20 MIN.	0.637	Normal	T Student
COLIFORMES TERMOTOLERANTES USANDO 12g de GRAFENO EN 40 MIN.	0.698	Normal	T Student
COLIFORMES TERMOTOLERANTES USANDO 18g de GRAFENO EN 60 MIN.	0.059	Normal	T Student

Fuente: Procesamiento de datos en IBM SPSS Statistics v.24, 2019.

Como el p-value de Coliformes Termotolerantes, es mayor al nivel de significancia ($\alpha=0.05$), entonces los datos se ajustan a una distribución normal, de manera que se concluye que los datos son **paramétricos**.

Prueba de Hipótesis:

Hipótesis general

H1: El uso de micronanoburbujas de aire y grafeno reducirá los contaminantes orgánicos y biológicos de afluentes del PTAR Ancón.

H0: El uso de micronanoburbujas de aire y grafeno NO reducirá los contaminantes orgánicos y biológicos de afluentes del PTAR Ancón.

Tabla N°25: Estadísticas de muestras emparejadas

		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	pH INICIAL	7,6100	9	,08647	,02882
	pH FINAL	8,1911	9	,05159	,01720
Par 2	NTU INICIAL	991,6700	9	106,84568	35,61523
	NTU FINAL	555,3333	9	273,56626	91,18875
Par 3	C. ELÉCTRICA INICIAL	22,2700	9	1,21931	,40644
	C. ELÉCTRICA FINAL	22,0667	9	,51478	,17159
Par 4	OD INICIAL	1,2600	9	,44872	,14957
	OD FINAL	6,1056	9	,60281	,20094
Par 5	DBO5 INICIAL	280,0000	9	,00000	,00000
	DBO5 FINAL	61,0000	9	71,76776	23,92259
Par 6	DQO INICIAL	483,0000	9	,00000	,00000
	DQO FINAL	189,0000	9	74,21160	24,73720
Par 7	COLIFORMES T. INICIAL	44000,0000	9	1091,56279	3963,85426
	COLIFORMES T. FINAL	12144,4444	9	7790,23605	2596,74535

Fuente: Procesamiento de datos en IBM SPSS Statistics v.24, 2019.

Tabla N°26: Correlaciones de muestras emparejadas

		N	Correlación	Sig.
Par 1	pH INICIAL & pH FINAL	9	-,065	,838
Par 2	NTU INICIAL & NTU FINAL	9	-,954	,059
Par 3	C. ELÉCTRICA INICIAL & C. ELÉCTRICA FINAL	9	-,645	,021
Par 4	OD INICIAL & OD FINAL	9	-,258	,374
Par 5	DBO5 INICIAL & DBO5 FINAL	9	-,063	,933
Par 6	DQO INICIAL & DQO FINAL	9	,397	,218
Par 7	C. TERMOTOLERANTES INICIAL & C. TERMOTOLERANTES FINAL	9	,613	,198

Fuente: Procesamiento de datos en IBM SPSS Statistics v.24, 2019.

Tabla N° 27: Prueba de muestras emparejadas

		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig (bilateral)
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Interior	Superior			
Par 1	pH INICIAL & pH FINAL	-0.581	0.052	0.017	-0.621	-0.541	-33.795	9.000	0.000
Par 2	NTU INICIAL & NTU FINAL	436.337	273.566	91.189	226.055	646.618	4.785	9.000	0.000
Par 3	C. ELÉCTRICA INICIAL & C. ELÉCTRICA FINAL	0.203	0.515	0.172	-0.192	0.599	1.185	9.000	0.000
Par 4	OD INICIAL & OD FINAL	-4.846	0.603	0.201	-5.309	-4.382	-24.115	9.000	0.000
Par 5	DBO5 INICIAL & DBO5 FINAL	239.111	239.111	71.768	23.923	183.946	9.995	9.000	0.000
Par 6	DQO INICIAL & DQO FINAL	293.889	293.889	74.212	24.737	236.845	11.880	9.000	0.000
Par 7	C. TERMOTOLERANTE S INICIAL & C. TERMOTOLERANTE S FINAL	31855.556	7790.236	2596.745	25867.45 0	37843.66 1	12.267	9.000	0.000

Fuente: Procesamiento de datos en IBM SPSS Statistics v.24, 2019.

Criterio usado para la prueba de hipótesis:

Si Pvalue > $\alpha=0.05$. Luego, se acepta la Hipótesis Nula

Si Pvalue < $\alpha=0.05$. Se rechaza la Hipótesis Nula

Como Pvalue es menor que 0.05, luego se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, la cual indica: que mediante el tratamiento de las micronanoburbujas de aire y grafeno se reducirá los contaminantes orgánicos y biológicos de afluentes del PTAR Ancón.

IV. DISCUSIÓN

En la investigación, basada en la técnica de micronanoburbujas de aire y grafeno se pudo evidenciar que con 18 gramos de grafeno y con un tiempo de tratamiento de 60 minutos el parámetro de turbidez tuvo un porcentaje de remoción de 80.11% (de 63.33 NTU a 12.4 NTU), DQO tuvo un porcentaje de remoción de 76.4 % (de 483 mg/L a 114 mg/L) y DBO₅ tuvo un porcentaje de remoción de 78.8% (de 280 mg/L a 57 mg/L), así mismo, TAPIA con 15 gramos de grafeno y con un tiempo de 60 minutos obtuvo una reducción de Turbidez en 66% (de 27.57 NTU a 1.06 NTU) y de DBO₅ en 70% (de 2.42 mg/L a 0.72 mg/L), se pudo evidenciar que a mayor tiempo de tratamiento y cantidad de grafeno se obtiene una mayor reducción. Por otro lado, VENTURA con el tratamiento de micronanoburbujas en tiempo de 60 minutos obtuvo una reducción de turbidez en un 78,7% (467.4 NTU a 78 NTU), DBO₅ en 45,12% (474 mg/L a 140 mg/L) y DQO 44,03% (503 a 158.6 mg/L, mg/L), se pudo evidenciar que a mayor tiempo de tratamiento con micronanoburbujas y adicionando grafeno se obtiene una mayor reducción. De igual manera, MENENDEZ con el tratamiento de micronanoburbujas en tiempo de 15 minutos obtuvo una reducción de DQO en un 85.8% (36 mg/L) y para DBO₅ un 78,75% (21 mg/L), se pudo evidenciar que a mayor tiempo de tratamiento con micronanoburbujas y adicionando grafeno se obtiene una mayor reducción. Por otra parte, SALGUERO obtuvo una mayor reducción de DBO a un 66.86 % (de 173 mg/L a 57.33 mg/L) en un tiempo de 15 minutos, concluyendo que mayor tiempo de tratamiento con micronanoburbujas y agregando grafeno se podría llegar a una mayor reducción.

V. CONCLUSIONES

- Se logró reducir significativamente las características físicas de la muestra del agua residual de Ancón: Para turbidez en 80.11% (de 63.33 NTU a 12.4 NTU).
- Se logró reducir significativamente la carga orgánica de las muestras del agua residual de Ancón: Para DBO₅ en 78.8% (de 280 mg/L a 57 mg/L). En cuanto a la DQO se logró reducir en 76.4 % (de 483 mg/L a 114 mg/L).
- Se logró reducir significativamente la carga biológica de la muestra del agua residual de Ancón: Para coliformes Termotolerantes a un 93.41% de (44,000 NMP/100mL a 2,900 NMP/100mL).

- Se puede concluir estadísticamente de acuerdo a los resultados obtenidos en el tiempo de 60 minutos con 18 gramos de grafeno se logró una mayor reducción en la remoción de los contaminantes, teniendo un 80.11% para turbidez (de 63.33 NTU a 12.4 NTU), DBO₅ en 78.8% (de 280 mg/L a 57 mg/L), DQO se logró reducir en 76.4 % (de 483 mg/L a 114 mg/L) y Para coliformes Termotolerantes a un 93.41% de (44,000 NMP/100mL a 2,900 NMP/100mL).

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda investigar nuevas técnicas para tratar aguas residuales a fin de poder comparar la eficiencia de remoción de la carga orgánica y carga biológica, como se pudo observar la técnica de micronanoburbujas de aire fue eficiente.
- Se recomienda realizar más investigaciones para tratar aguas residuales, utilizando 6 gramos de grafeno en tiempos de 40 y 60 minutos, 12 gramos de grafeno en 20 y 60 minutos y 18 gramos de grafeno en 20 y 40 minutos.
- Realizar más investigaciones donde se utilice un tratamiento mayor a 60 minutos, ya que se ha comprobado según los resultados obtenidos a mayor tiempo de tratamiento mayor reducción.

REFERENCIAS

- AGARWAL, et al. (2013). Principio y aplicaciones de microburbujas y la tecnología nanobubujas para el tratamiento de aguas. [en línea]. Junio 2013, vol.84. [fecha de consulta: 10 setiembre del 2018]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/51235178_Principle_and_applications_of_microbubble_and_nanobubble_technology_for_water_treatment
- AGUILAR, G. (2016). Remoción de materia orgánica proveniente del proceso de pelambre utilizando nanoburbujas en la curtiembre San Pedro, Ate Vitarte, Lima, 2016. (Tesis para optar el título profesional de Ingeniería ambiental). Universidad César Vallejo.
- ALVIS, (2015). Evaluación del sistema de tratamiento de aguas residuales del complejo Urbanístico Barcelona de indias. (Tesis de maestría). Escuela colombiana de ingeniería, Bogotá. Colombia. Disponible en: <http://repositorio.escuelaing.edu.co/handle/001/305>
- ANA. Reglamento para el otorgamiento y autorizaciones de vertimiento y reuso de aguas residuales tratadas [en línea]. Perú :2013.
Disponible en: http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/r.j.224_con_reglamento_autorizaciones_de_vertimientos_6_0.pdf
- ANDINET, et al. (2016). Extensión y persistencia de la mejora del oxígeno disuelto usando nanoburbujas. [en línea]. Setiembre 2016. [fecha de consulta: 13 Setiembre 2018]. Disponible en: <http://www.eeer.org/upload/eeer-21-4-427.pdf>.
- ANDREO, M. (2014). Demanda Biológica de Oxígeno (D.B.O.) [en línea]. Argentina: 2014. [Fecha de consulta: 12 febrero 2017]. Disponible en: <http://www.cricyt.edu.ar/enciclopedia/terminos/DBO.htm>
- AZEVEDO, A et al. (2016). Dispersions of nanobubbles: generation, properties and features. ScienceDirect. [en línea]. Mayo 2016, vol.94. [fecha de consulta: 13 Setiembre 2018]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0892687516301212>.

- BRAVO, et al. (2015). Análisis y diseño para el tratamiento de aguas servidas del recinto Ayampe, perteneciente a la Comuna Ancestral las Tunas, del Cantón Puerto López, de la Provincia de Manabí. Portoviejo: s.n., 2015.
- BUELKE, CHRIS, (2017). Mejora de la purificación del agua a través del óxido de grafeno, Óxido de grafeno Holey y membrana de lignina Arquitecturas. Estados Unidos – Grand Forks, 2017. Disponible en: <https://commons.und.edu/theses/2181>
- CHANG, J. (2007). Óxido Disuelto. 2007. [En línea]. Ecuador. [Fecha de consulta: 13 de setiembre del 2018]. Disponible en: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6162/5/Investigacion.pdf>
- CHUNG, B. 2008. Control de los contaminantes químicos en el Perú. Revista peruana de Medicina Experimental y salud Publica, v (25). Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726.
- DIGESA. “Fichas Técnicas del Grupo de Uso 1 (Parámetros)” s.f. [En línea]. Ministerio de Salud. Perú. [Fecha de consulta: 13 de Setiembre del 2018]. Disponibilidad: http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/informes_tecnicos/GRUPO%20DE%20USO%201.pdf
- DIRECCIÓN GENERAL DE ASUNTOS AMBIENTALES. “Evaluación de los monitoreos de la calidad de los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales, presentados por los prestadores de los servicios de saneamiento para el periodo 2017”. [Fecha de consulta: 13 de Setiembre del 2018]. Disponible en: <http://www3.vivienda.gob.pe/DGAA/documentos/PTAR-2017/INF-ESTADISTICO%20ANUAL%202017.pdf>
- DUARTE, JOSÉ (2016). Efecto del pH sobre la capacidad de adsorción de arsénico en agua con óxido de grafeno. Managua-Nicaragua 2016. Disponible en: <http://ribuni.uni.edu.ni/1348/1/80578.pdf>

- FERREIRA, (2016). Nanopartículas de plata basadas en óxido de grafeno híbrido hidrogeles como adsorbentes potenciales para aguas residuales de colorantes tratamiento. [en línea]. Noviembre 2016. [fecha de consulta: 13 Setiembre 2018]. Disponible en: http://ethesis.nitrkl.ac.in/8049/1/2016_613CR3002_P_Badhai_Graphene.pdf
- GONCALVES, RAMIRO (2016), Generación, caracterización y aplicaciones de nanoburbujas en eliminación de contaminantes de agua y reutilización de agua por flotación. 2016 Disponible en: <https://www.tratamentodeagua.com.br/wp-content/uploads/2016/12/Gera%C3%A7%C3%A3o-caracteriza%C3%A7%C3%A3o-e-aplica%C3%A7%C3%B5es-das-nanobolhas-na-remo%C3%A7%C3%A3o-de-poluentes-aquosos-e-re%C3%BAso-de-%C3%A1gua-por-flota%C3%A7%C3%A3o.pdf>
- GONZALES, C. (2011). La Turbidez. 2011. [En línea]. Puerto Rico. [Fecha de consulta: 13 de setiembre del 2018]. Disponible en: <http://academic.uprm.edu/gonzalezc/HTMLobj-859/maguaturbidez.pdf>
- GRAPHENANO (2017). Propiedades y Aplicaciones. Graphenano nanotechnologies [en línea]. España: Grupo graphenano, 2017 [Fecha de consulta: 15 de octubre 2018]. Disponible en: <https://www.graphenano.com/wp-content/uploads/2017/11/Que-es-el-grafeno.pdf>
- GUO, et al (2015). Preparación de óxido de grafeno a base de Hidrogeles como adsorbentes de tinte eficientes para Tratamiento de aguas residuales,2015. [fecha de consulta:10 setiembre del 2018]. Disponible en: <https://nanoscalereslett.springeropen.com/articles/10.1186/s11671-015-0931-2#citeas>
- GURUNG, et al (2016). “Los fenómenos fundamentales de las nanoburbujas y su comportamiento en las tecnologías de tratamiento de aguas residuales”, [en línea]. Marzo 2016, vol.19. [fecha de consulta:10 setiembre del 2018]. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/12269328.2016.1153987?scroll=top&needAccess=true&journalCode=tges20>

- HEWA, JANITHA (2018), Descontaminación de los sedimentos del río Passaic usando ultrasonido con nano burbujas de ozono, 2018 Disponible: <https://digitalcommons.njit.edu/dissertations/1368>
- IKEURA, et al. (2017). Efecto de las microburbujas en el cultivo hidropónico de flujo profundo sobre el crecimiento de espinacas. 2017. [fecha de consulta:10 setiembre del 2018]. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/01904167.2017.1346663?src=recsys>
- KAUSHIK, et al. (2017). Tecnología de microburbujas: campo emergente para el tratamiento del agua” [en línea]. Junio 2017, vol.5. [fecha de consulta:10 setiembre del 2018]. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1179/1758897914Y.0000000010?src=recsys>
- KERLINGER, et al. (2002). Investigación del Comportamiento. Métodos de Investigación en Ciencias Sociales. McGraw Hill. México. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/993/99315569010.pdf>
- KYZAS et al. (2016). Óxido de grafeno y su aplicación como un adsorbente para el tratamiento de aguas residuales. [en línea]. Noviembre 2016. [fecha de consulta: 13 octubre 2018]. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/jctb.4220>
- LOPEZ, (2011). Conductividad Eléctrica. [en línea]. Santo Domingo. Mayo 2011. [Fecha de consulta: 13 de setiembre del 2018]. Disponible en: https://www.academia.edu/5164814/Conductividad_electrica
- MACASSI, (2017). “Comportamiento de un sistema de nanoburbujeo en el tratamiento para reducir los niveles de contaminación de aguas residuales domésticas de la provincia de Concepción”. Disponible en: <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/3777/Macassi%20Allasi.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- MARQUEZ, E. (2014). Alternativas de recolección y tratamiento de aguas residuales domésticas para pequeñas comunidades en el Departamento de Sucre. Sucre, 2014. Disponible en: <https://repositorio.unisucre.edu.co/jspui/bitstream/001/296/2/628.3M357.pdf>
- MENENDEZ, D. (2017). Eficiencia de las micro-nano burbujas de ozono-aire para mejorar la calidad de las aguas residuales hospitalarias, Lima 2017. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/3568>
- MORIKAWA, M. (2012). Tratamiento y transferencia tecnológica para la recuperación del agua y conservación del medio ambiente en el humedal “el cascajo” [en línea]. Perú, 2012 [fecha de consulta: 12 setiembre 2018]. Disponible en: <https://es.mongabay.com/2015/11/burbujas-nanotecnologicas-para-recuperar-lagos-contaminados/>
- NIG GAN et al. (2017). Un nuevo absorbente compuesto de óxido de grafeno magnético para eliminar residuos de trazas de éteres de difenilo polibromados en agua. [en línea]. Julio 2017 [fecha de consulta: 13 octubre 2018]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/318922344_Application_of_Fe3O4RGO_Nanocomposite_as_a_Sorbent_of_Pesticides
- NUÑEZ, T. (2017). Tratamiento de aguas residuales de una Embotelladora de Bebidas Carbonatadas aplicando nanoburbujas de aire. (Tesis para optar el título profesional de Ingeniería ambiental). Universidad César Vallejo, 2017. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/21394?show=full>
- OEFA: Fiscalización ambiental en aguas residuales [en línea]. Perú: 2014. Disponible en: https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827
- QIONG (2017). Aplicación de los compuestos de grafeno/ZnO en el tratamiento de Aguas Residuales. 2017, Vol.62 [fecha de consulta: 13 octubre 2018]. Disponible en: <https://pdfs.semanticscholar.org/e270/9f5b559cc4c86ebb3599bfc119f213e9e3f4.pdf>

- RAVISHANKAR, H (2017). “Sintetizar nuevos adsorbentes y membranas utilizando óxido de grafeno (GO) para eliminar los iones de plomo de las soluciones. [en línea]. Marzo 2017. [fecha de consulta: 13 Setiembre 2018]. Disponible en: <https://researchbank.rmit.edu.au/eserv/rmit:162127/Ravishankar.pdf>
- RODRIGUEZ, C. (2012). Obtención de hojas de óxido de grafeno para el desarrollo de nanocompositos poliméricos. Abril 2012 [En línea]. Disponible en: <http://eprints.uanl.mx/3192/1/1080224380.pdf>
- ROLÓN, (2015). Evaluación de la planta de tratamiento de aguas residuales Quetzalapan-Sedeño del municipio de banderilla, Veracruz. Universidad Veracruzana, Mexico, 2015 Disponible en: <https://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/38585/1/NavarretePerez.pdf>
- RUBIO, J. Flotación en agua y tratamiento de aguas residuales y reutilización: [En línea]. Disponible en: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.463.5833&rep=rep1&type=pdf>
- SADEGH, (2016). Desarrollo de óxido de grafeno de grafito: una revisión sobre síntesis, caracterización y su aplicación en el tratamiento de aguas residuales. [en línea]. Julio 2016. [fecha de consulta: 13 Setiembre 2018]. Disponible en: http://www.ipme.ru/e-journals/RAMS/no_14917/03_14917_sadegh.pdf
- SALGERO, J. (2017), Reducción de la demanda bioquímica de oxígeno de las muestras de agua de la cuenca baja del río chillón mediante micronanoburbujas de aire y ozono, distrito de Ventanilla – Callao 2017. Tesis para título. Perú, 2017. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/3606>
- SEAN C. O'HERN (2015). Membranas de grafeno monocapa nanoporosa para la purificación del agua: del concepto a la realización. Estados Unidos, Rolla-Misuri, 2015. Disponible en: <http://hdl.handle.net/1721.1/97841>

- SHARIF, FARBOD (2018), Tratamiento de agua por adsorción con regeneración electroquímica utilizando materiales a base de grafeno. Canadá, Calgary-Alberta, 2018. Disponible en: <http://hdl.handle.net/1880/106319>
- SHEN, et al. (2019), “Tratamiento mejorado de colorantes aniónicos y catiónicos en aguas residuales a través de la encapsulación de bacterias vivas usando hidrogel de grafeno. [en línea]. Abril del 2019. Disponible en: <https://doi.org/10.1021/acs.iecr.9b01950>
- TAPIA, J. (2017), Reducción de salinidad de las aguas de la playa san pedro – lurín utilizando nanotecnología (grafenano) a escala laboratorio, Lima 2017. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/17165>
- TATEK, et al. (2017). Las tecnologías de micro y nanoburbujas como un nuevo horizonte para las técnicas de tratamiento de agua. [en línea]. Agosto 2017, vol.246. [fecha de consulta: 10 septiembre del 2018]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0001868617301719>
- TEKILE, et al. (2016). Efecto de los parámetros de funcionamiento del generador de microburbujas en la eficiencia de transferencia de oxígeno en el agua. Abril 2016, Vol.57 [fecha de consulta: 14 octubre 2018]. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/19443994.2016.1178604>
- TEMESGEN, TATEK, THUY Thi, MOOYOUNG Han. (2017), Tecnologías de microburbujas y nanoburbujas como perspectiva para el tratamiento de agua. ScienDirect. [en línea] agosto 2017, Vol. 246 [fecha de consulta: 1 de Setiembre 2017]. Disponible en : <https://www.semanticscholar.org/paper/Micro-and-nanobubble-technologies-as-a-new-horizon-Temesgen-B%C3%B9i/fb10f2d56e30a1b373bc52e745daa36ee35ecf0a>
- TSAI, et al. (2017). “Tecnología de flotación de nanoburbujas con proceso de coagulación para el tratamiento rentable del pulido mecánico químico de aguas

residuales. [en línea]. Diciembre 2017 [fecha de consulta: 13 octubre 2018]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/223707139_Nano-bubble_flotation_technology_with_coagulation_process_for_the_cost-effective_treatment_of_chemical_mechanical_polishing_wastewater

- TSUGE, Hideki. (2014). *Micro- and Nanobubbles: Fundamentals and Applications*. Japón, 2014. ISBN: 9789814463119. Disponible en : Disponible en: <https://www.inspiredwaters.com/wp-content/uploads/2019/01/Micro-and-Nanobubbles-eBook.pdf>
- TSUTOMU UCHIDA et al. (2016). Efecto del NaCl en la vida útil de micro y nanoburbujas. [en línea]. Febrero 2016. [fecha de consulta: 11 Setiembre 2018]. Disponible en: <https://pdfs.semanticscholar.org/5c59/8282ad4d01bac1ae2ee6136c1b522c9de255.pdf>
- VALVERDE, J. (2017). Reducción de los coliformes termotolerantes presentes en el mar Agua por medio de micro-nanoburbujas de aire-ozono de la Playa Los Pavos, Lima, Perú, 2017. *tratamientos de ingeniería química*. v (60). p.313-317. Disponible en: <https://www.aidic.it/nine2017/program/14abate.pdf>.
- VARGAS, DANIELA (2016). Síntesis de óxido de grafeno reducido y aminado químicamente y su influencia en las propiedades eléctricas y mecánicas de nanocompuestos a base de caucho natural. Santiago-Chile. 2016. Disponible en: <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/144751/Sintesis-de-oxido-de-grafeno-reducido-y-aminado-quimicamente.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- VENTURA, S. (2017). Tratamiento de Sanguaza de pescado del Mercado de Ancón utilizando micro-nanoburbujas de aire a escala laboratorio. Tesis para optar el título de Ingeniería Ambiental. Universidad César Vallejo, 2017. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/14093>
- WEN, et al. (2014). Estudios de caso de microburbujas en el tratamiento de aguas residuales, [en línea]. Agosto 2014, vol.30. [fecha de consulta:10 setiembre del

2018]. Disponible en:
<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.5004/dwt.2011.1217?src=recsys>

- WIN2SOL, (2016). Generador de nano burbujas. Oxigenación. Disponible en:
<https://win2solholdings.com/wp-content/uploads/2019/10/Nanoburbujas.pdf>
- XU, WEIWEI (2017). Membranas ultrafinas de óxido de grafeno para Purificación de agua: Fundamentos y Potencial Aplicaciones. Estados Unidos, 2017. Disponible en: <https://scholarcommons.sc.edu/etd/4354>
- ZHIRAN, et al (2016). Remediación de contaminados orgánicos de aguas subterráneas por micro-nanoburbujas de ozono. Enero 2016, Vol.2 [fecha de consulta: 13 octubre 2018]. Disponible en:
https://www.jstage.jst.go.jp/article/jgssp/2/57/2_TC215-06/_pdf/-char/en
- ZOLEZZI ITURRA, AGUSTIN (2017). “Efecto del grado de oxidación del óxido de grafeno sobre la remoción de contaminantes solubles y particulados”. Santiago de Chile. 2017. Disponible en:
<http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/148988/Efecto-del-grado-de-oxidacion-del-oxido-de-grafeno-sobre-la-remocion-de-contaminantes.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- ZUBIR, N. (2015). Óxido de grafeno - Nanocompuestos de óxido de hierro para la remediación de aguas residuales contaminadas con colorante” 2015[fecha de consulta: 13 octubre 2018]. Disponible en:
<https://core.ac.uk/download/pdf/43371929.pdf>

ANEXOS

ANEXO N° 01: TABLA DE MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
<p>Problema General</p> <ul style="list-style-type: none"> ¿En qué medida el uso de micronanoburbujas de aire y grafeno reducirá los contaminantes orgánicos y biológicos de efluentes del PTAR "Ancón"? <p>Problemas específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> ¿En qué medida el uso de micro-nanoburbujas de aire y grafeno reducirá las características físicas de efluentes del PTAR "Ancón"? ¿En qué medida el uso de micro-nanoburbujas de aire y grafeno reducirá la carga orgánica de efluentes del PTAR "Ancón"? ¿En qué medida el uso de micro-nanoburbujas de aire y grafeno reducirá la carga biológica de efluentes del "Ancón"? 	<p>Objetivo general</p> <ul style="list-style-type: none"> Determinar la eficiencia de reducción de los contaminantes orgánicos y biológicos de efluentes del PTAR "Ancón" mediante el uso de micro- nanoburbujas de aire y grafeno. <p>Objetivo específico</p> <ul style="list-style-type: none"> Establecer la reducción de las características físicas de efluentes del PTAR "Ancón" mediante el uso de las micro-nanoburbujas de aire y grafeno. Determinar la reducción de la carga orgánica de efluentes del PTAR "Ancón" mediante el uso de las micro- nanoburbujas de aire y grafeno. Establecer la reducción de la carga biológica de efluentes del PTAR "Puente Piedra" mediante el uso de las micro-nanoburbujas de aire y grafeno. 	<p>Hipótesis general</p> <ul style="list-style-type: none"> El uso de la micronanoburbujas de aire y grafeno reducirá los contaminantes orgánicos y biológicos de efluentes del PTAR "Ancón". <p>Hipótesis específica</p> <ul style="list-style-type: none"> El uso de micronanoburbujas de aire y grafeno reducirá las características físicas de efluentes del PTAR "Ancón" El uso micronanoburbujas de aire y grafeno reducirá la carga orgánica de efluentes del PTAR "Ancón". El uso de micronanoburbujas de aire y grafeno reducirá la carga biológica de efluentes del PTAR "Ancón" 	<p>Variable Independiente</p> <p>Uso de micronanoburbujas de aire y grafeno</p> <p>Indicadores</p> <p><u>*Micronanoburbujas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Diámetro de la micronanoburbujas Presión interna Velocidad de ascenso Tiempo de tratamiento <p><u>*Grafeno:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Conductividad eléctrica Tiempo de tratamiento 	<p>Tipo de investigación</p> <p>El presente trabajo de investigación es de tipo aplicativo.</p> <p>Diseño de investigación</p> <p>La presente investigación es un diseño pre - experimental, el cual seguirá los siguientes pasos:</p> <ol style="list-style-type: none"> Medición previa de la variable dependiente antes del tratamiento. Aplicación de la variable independiente o experimental (tratamiento). Medición de la variable dependiente (después del tratamiento).
			<p>Variable Dependiente</p> <p>Reducción de contaminantes a través de sus características físicas, carga orgánica y carga biológica.</p> <p>Indicadores</p> <p><u>*Físicas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> pH Turbidez Conductividad eléctrica Temperatura OD <p><u>*Carga Orgánica:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> DBO DBO <p><u>*Carga Biológica:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Coliformes Termotolerantes Escherichia coli 	<p>Población y muestra</p> <p>Población</p> <p>En la presente investigación la población será los efluentes de la PTAR "Ancón" en el cual se evaluará sus características físicas, carga orgánica y carga biológica; como también las características físicas de las nanoburbujas de aire y grafeno.</p> <p>Muestra</p> <p>El tamaño de la muestra para la investigación fue de 65L, para desarrollar el proceso experimental, y 3L para el análisis inicial.</p>

Fuente: Elaboración propia, 2019.

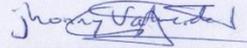
ANEXO N° 02: FICHA N°1 - CARACTERÍSTICAS DE LAS NANOBURBUJAS

FICHA N° 1

CARACTERÍSTICAS DE LAS NANOBURBUJAS									
Tratamiento Repeticiones	Diámetro			Presión Interna			Velocidad de Ascenso		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
R1									
R2									
R3									
OBSERVACIÓN:									
NOMBRES Y APELLIDOS:	<ul style="list-style-type: none"> Ayala Daza, Rudy Roxana Ponte Viera, Palmir 					FACULTAD:	Ingeniería Ambiental		
FECHA:						LABORATORIO:			


 FIRMA DEL ESPECIALISTA
 N.º CIP: 196935
 Grado Académico: *Ing. Ambiental*

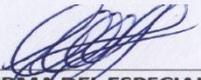

 FIRMA DEL ESPECIALISTA
 N.º CIP: 966 33
 Grado Académico:


 FIRMA DEL ESPECIALISTA
 N.º CIP: 79862
 Grado Académico:

ANEXO N° 03: FICHA N° 2 - CARACTERÍSTICAS DEL GRAFENO

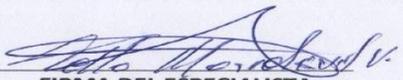
FICHA N° 2

CARACTERÍSTICAS DEL GRAFENO						
Tratamiento Repeticiones	Conductividad Eléctrica			Espesor del Grafeno		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3
R1						
R2						
R3						
OBSERVACIÓN:						
NOMBRES Y APELLIDOS:	<ul style="list-style-type: none"> · Ayala Daza, Rudy Roxana · Ponte Viera, Palmir 			FACULTAD:	Ingeniería Ambiental	
FECHA:				LABORATORIO:		


FIRMA DEL ESPECIALISTA

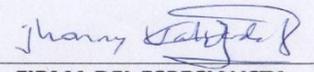
N.º CIP: 196935

Grado Académico: *Ingeniería Ambiental*


FIRMA DEL ESPECIALISTA

N.º CIP: 96633

Grado Académico:


FIRMA DEL ESPECIALISTA

N.º CIP: 79862

Grado Académico:

ANEXO N° 04: FICHA N° 3 - CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL EFLUENTE

FICHA N° 3

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA															
Tratamiento Repeticiones	Conductividad Eléctrica			Oxígeno Disuelto			pH			Temperatura			Turbidez		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
R1															
R2															
R3															
OBSERVACIÓN:															
NOMBRES Y APELLIDOS: Ayala Daza, Rudy Roxana Ponte Viera, Palmir															
FACULTAD: Ingeniería Ambiental,4															
FECHA: LABORATORIO:															

FIRMA DEL ESPECIALISTA

N.º CIP: 196935

Grado Académico: *Iny. Ambiental*

FIRMA DEL ESPECIALISTA

N.º CIP: 96633

Grado Académico:

FIRMA DEL ESPECIALISTA

N.º CIP: 79862

Grado Académico:

ANEXO N° 05: FICHA N° 4 - CARGA ORGÁNICA Y CARGA BIOLÓGICA DEL EFLUENTE

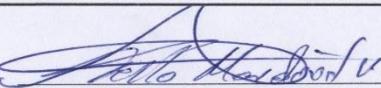
FICHA N° 4

CARGA ORGÁNICA Y CARGA BIOLÓGICA DEL AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA									
Tratamiento Repeticiones	CARGA ORGÁNICA			CARGA BIOLÓGICA					
	DBO			Coliformes Termotolerantes			Escherichia Coli		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
R1									
R2									
R3									
OBSERVACIÓN:									
NOMBRES Y APELLIDOS:									
· Ayala Daza, Rudy Roxana · Ponte Viera, Palmir									
FECHA:									
				FACULTAD:		Ingeniería Ambiental			
				LABORATORIO:					


FIRMA DEL ESPECIALISTA

N.º CIP: 196935

Grado Académico: *Ing. Ambiental*


FIRMA DEL ESPECIALISTA

N.º
CIP: 96633

Grado Académico:


FIRMA DEL ESPECIALISTA

N.º CIP: 79862

Grado Académico:

ANEXO N° 06: VALIDACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS

Los instrumentos fueron validados por el ingeniero Veronica Tello Mendivil, quien labora actualmente como coordinadora de la EAP de Ingeniería Ambiental - UCV Lima Norte.

 **UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO** **VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: Tello Mendivil Veronica

1.2. Cargo e institución donde labora: Coordinadora de EAP Ing. Ambiental

1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha N° 1

1.4. Autor(A) de Instrumento: Ayala Baza Roxana y Ponte Viera Palmir

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	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													✓
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													✓
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													✓
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de 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

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

87
95 %

Lima, 30 de Octubre del 2018

Veronica Tello Mendivil V.
FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 08449336 telf.: 99987712



I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Tello Mendivil Verónica
 1.2. Cargo e institución donde labora: Coordinadora de la EAP Ing. Ambiental
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha N° 2
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Ayala Daza Roxana y Ponte Viera Palmir

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	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												✓	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												✓	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												✓	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de 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 :

95 %

Lima, 30 de Octubre del 2018


 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 88449336 Telf.: 999879712

**I. DATOS GENERALES**

- 1.1. Apellidos y Nombres: Tello Mendivil Verónica
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Coordinadora de la EAP Ing. Ambiental
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha N°3
- 1.4. Autor(A) de Instrumento: Ayala Daza Roxana y Ponte Viera Palmir

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	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												✓	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												✓	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												✓	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de 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 :

95 %

Lima 30 de Octubre del 2018

Tello Mendivil V.
FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 08449336 Telf.: 999879712

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Jello Mendivil Veronica
 1.2. Cargo e institución donde labora: Coordinadora de la EAP Ing Ambiental
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha n°4
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Ayala Daza Roxana y Ponte Viera Palmir

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	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													✓
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													✓
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													✓
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de 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

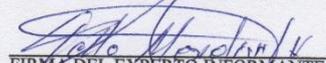
- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

95 %

 Lima, 30 de Octubre del 2018


 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

 DNI No. 08449338 Telf.: 999879912

Los instrumentos fueron validados por el ingeniero Larry Rondan Manrique, quien labora actualmente como Ingeniero SSHOMA en la CC Angorajo.



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Rondan Manrique Larry
 1.2. Cargo e institución donde labora: Ingeniero SSHOMA
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha N° 1
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Roxana Ayala Daza y Ponte Vera Palmira

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	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													✓
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													✓
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													✓
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de 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 :

95 %

Lima, 30 de Octubre del 2018


FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 44660312. Telf. 989680966

**I. DATOS GENERALES**

- 1.1. Apellidos y Nombres: Rondán Marrigue Larry
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Ingeniero SCOTIA
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha N° 2
- 1.4. Autor(A) de Instrumento: Ayala Daga Roxana y Ponte Vera Palmir

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	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													✓
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													✓
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													✓
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de 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 :

95 %

Lima, 30 de Octubre del 2018

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 44660812 Telf. 989620966



I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Rondán Henrique Larri
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Ingeniero SSOITA
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha W3
- 1.4. Autor(A) de Instrumento: Ayala Oaza Roxana y Ponte Viera Palmir

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	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												✓	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												✓	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												✓	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de 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 :

95	%
----	---

Lima, 30 de Octubre del 2018

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 44660812 Telf. 984680966



I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Rondán Manrique Larry
 1.2. Cargo e institución donde labora: Ingeniero ISOIA
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha N° 4
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Ayala Daza Roxana y Ponte Urua Palmir

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	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													✓
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													✓
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													✓
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de 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 :

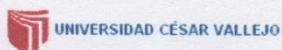
95 %

Lima, 30 de Octubre del 2018

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 44660812 Telf: 989680966

Los instrumentos fueron validados por el ingeniero Jhonny Valverde Flores, quien labora actualmente como Director de Investigación en la UCV – Lima Norte.



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Valverde Flores, Jhonny Wilfredo
 1.2. Cargo e institución donde labora: Director de Investigación UCV Lima Norte
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: FICHA NPA
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Roxano Ayala Daza y Ponte Ueva Palmer

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	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												✓	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												✓	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												✓	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de 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

✓

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90 %

Lima, 02 de Noviembre del 2018

Jhonny Valverde Flores

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

18120253 949585952
 DNI No..... Telf.....



I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Vajverde Flores, Johnny Wilfredo
 1.2. Cargo e institución donde labora: Director de Investigación / UCV Lima Norte
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha Nº 2
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Roxana Ayala Guza y Ponte Uiera Palmir

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	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													✓
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													✓
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													✓
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de 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

✓

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90 %

Lima, 02 de Noviembre del 2018

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

18120253 949585952
 DNI No..... Telf:.....



I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Valverde Flores, Johnny Wilfredo
 1.2. Cargo e institución donde labora: Director de Investigación / UCV Lima Norte
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha w03
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Roxana Ayala Esga y Palmir Ponte Uiera

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	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													✓
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													✓
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													✓
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de 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

✓

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90 %

Lima, 02 de Noviembre del 2018

Johnny Wilfredo
FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

18120253 999885902
DNI No..... Telf:.....



I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Volverde Flores, Johnny Wilfredo
 1.2. Cargo e institución donde labora: Director de Investigación / UCV Lima Norte
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha n°4
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Roxana Ayala Daza y Ponte Uiera Palmar

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	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													✓
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													✓
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													✓
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de 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

✓

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90 %

Lima, 02 de Noviembre del 2018

Johnny Wilfredo Flores
FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 18120253 Telf. 949585952

ANEXO N° 07: LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA LOS EFLUENTES DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS O MUNICIPALES -DECRETO SUPREMO N° 003-2010-MINAM

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA LOS EFLUENTES DE PTAR

PARÁMETRO	UNIDAD	LMP DE EFLUENTES PARA VERTIDOS A CUERPOS DE AGUAS
Aceites y grasas	mg/L	20
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	10,000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	100
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	200
pH	unidad	6.5-8.5
Sólidos Totales en Suspensión	mL/L	150
Temperatura	°C	<35

ANEXO N° 08: ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL DS N°004-2017-MINAM

CATEGORÍA 3

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
FÍSICOS- QUÍMICOS				
Aceites y Grasas	mg/L	5		10
Bicarbonatos	mg/L	518		**
Cianuro Wad	mg/L	0,1		0,1
Cloruros	mg/L	500		**
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/ Co	100 (a)		100 (a)
Conductividad	(μ S/cm)	2 500		5 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	15		15
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	40		40
Detergentes (SAAM)	mg/L	0,2		0,5
Fenoles	mg/L	0,002		0,01
Fluoruros	mg/L	1		**
Nitratos (NO ₃ ⁻ -N) + Nitritos (NO ₂ ⁻ -N)	mg/L	100		100
Nitritos (NO ₂ ⁻ -N)	mg/L	10		10
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 4		≥ 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5		6,5 – 8,4
Sulfatos	mg/L	1 000		1 000
Temperatura	°C	Δ 3		Δ 3
INORGÁNICOS				
Aluminio	mg/L	5		5
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO				
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1 000	2 000	1 000

ANEXO N° 09: SÍNTESIS DEL GRAFENO

➤ PROCEDIMIENTO 1

✓ PREPARACIÓN DEL ÓXIDO DE GRAFITO

- Se pesó 20 gramos de grafito y 10 gramos de Permanganato de Potasio.



FIGURA 1: Peso Del Grafeno

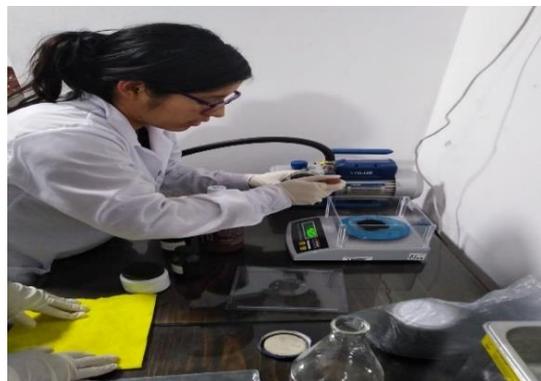


FIGURA 2: Peso Del Permanganato De Potasio

- Luego, fue disuelto en un matraz con una solución de 10 ml de ácido clorhídrico y 30 ml de agua destilada y se mantuvo durante 2 horas con agitación constante.

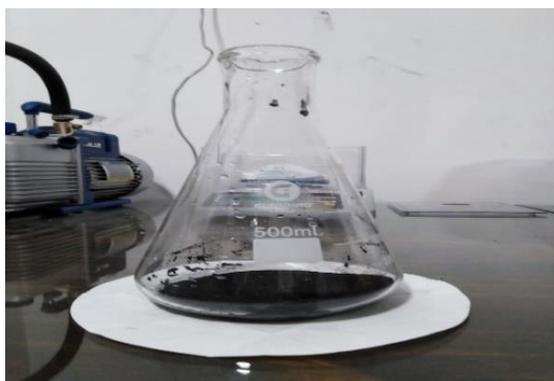


FIGURA 3: Matraz Con Grafito Y Permanganato De Potasio



FUGURA 4: Medición De Ácido Clorhídrico



FIGURA 5: Medición De Agua Destilada



FIGURA 6: Agitación De La Solución

- Posteriormente, se agregó 50 ml de agua destilada y 10 ml de agua oxigenada y se agito por 40 minutos y luego se dejó en reposo por 40 minutos.

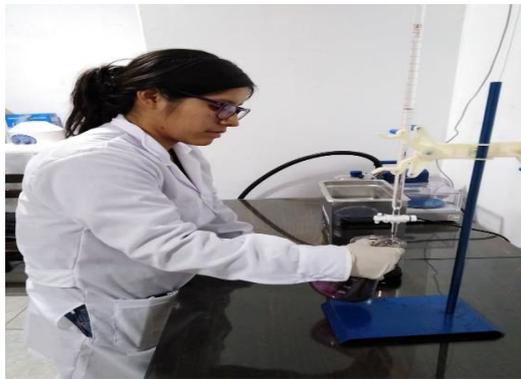


FIGURA 7: Medición De Agua Oxigenada



Figura 8: Solución En Reposo

- Después la solución se vertió en un vaso precipitado y se lavó con 50 ml de agua destilada y se colocó al ultrasonido durante dos horas.



FIGURA 9: Vaso De Precipitado Con La Solución



FIGURA 10: Solución En El Ultrasonido

- Seguido, se hizo el filtrado de la solución obtenida con agua destilada.



FIGURA 11: Filtrado De La Solución

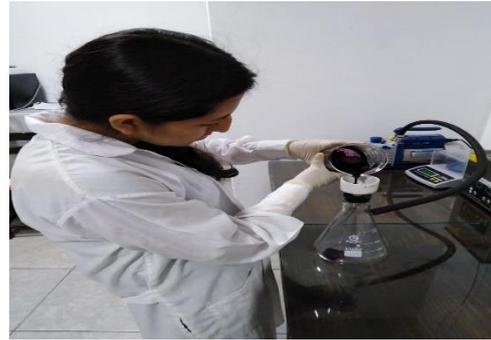


FIGURA 12: Filtrado De La Solución

- Finalmente, se llevó el precipitado al horno a una temperatura de 70 °C durante 24 horas.

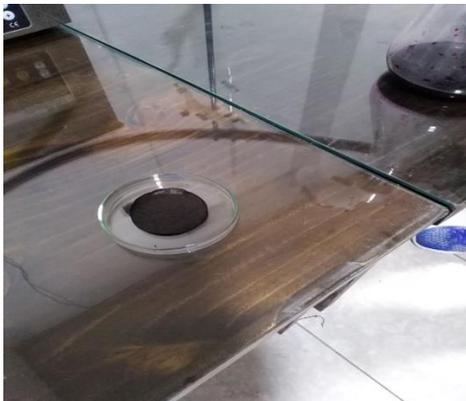


FIGURA 11: Filtrado De La Solución



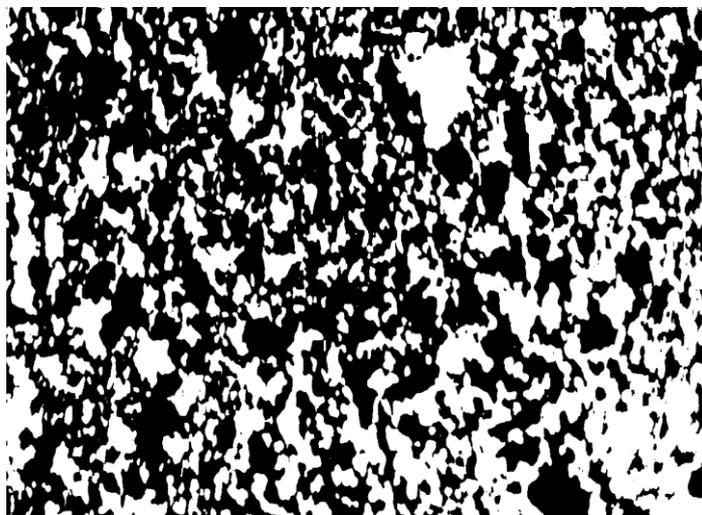
FIGURA 12: Muestra En El Horno

✓ REDUCCIÓN DE ÓXIDO DE GRAFENO (RG).

Al producto seco obtenido, se adicionó 1 g de ácido ascórbico y se disolvió en 50 ml de agua destilada. Posteriormente se metió a baño ultrasónico por 1 hora, al producto seco se dejó secar a temperatura ambiente.

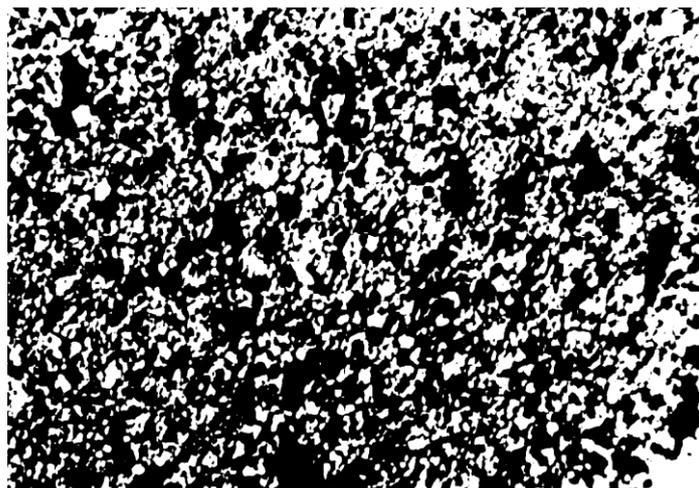
ANEXO N° 10: IMAGEN MICROSCÓPICA DE GRAFITO Y GRAFENO

Imagen microscópica de Grafito



Fuente: Elaboración propia, 2019

Imagen microscópica de Grafeno



Fuente: Elaboración propia, 2019

ANEXO N° 11: CONSTANCIA DE MUESTRA ANALIZADA EN CAMPUCP



CAM-004/2019

San Miguel, 31 de mayo de 2019

Señores

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Presente-

Estimados Señores:

Tengo a bien dirigirme a ustedes para informarles que las alumnas **AYALA DAZA, RUDY ROXANA Y PONTE VIERA, PALMIR**; han desarrollado el análisis de 01 muestra en el Centro de Caracterización de Materiales - CAMPUCP como parte de proyecto de estudio: "*Reducción de contaminantes orgánicos y biológicos de efluentes del PTAR Ancón utilizando nano burbujas de aire y grafeno, Lima 2019*".

Los análisis fueron realizados utilizando el método de Espectroscopía MicroRaman, siendo asesoradas por el Dr. Andrés Guerra, analista del CAMPUCP y responsable de la técnica.

Agradeciendo la atención prestada, me despido.

Atentamente,

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERU
Centro de Caracterización de Materiales

Dr. Francisco Rumiche
Coordinador

ANEXO N° 12: RESULTADOS DE LABORATORIO

Ensayo N° 001 – RRAD - 2019

LABORATORIO DE QUÍMICA – UCV

INFORME DE RESULTADOS - MUESTREO DE AGUA

Dirección: Km. 46 Panamericana Norte av. Florida Balneario de Acon.
Tipo de Ensayos: Análisis Físicoquímicos
Matriz: Agua residual
Descripción de la Muestra: PTAR Ancón
Muestra tomada por: Rudy Roxana Ayala Daza /Ponte Viera Palmir
Fecha de ingreso de muestra: 25/06/2019
Lugar donde se realizó el ensayo: Laboratorio de Química – UCV.

Ph -Inicial

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
R1	Muestra	Sur: 8699456.46		--	7.64
		Este: 263641.19			

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
R2	Muestra	Sur: 8699456.46		--	7.59
		Este: 263641.19			

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
R3	Muestra	Sur: 8699456.46		--	7.60
		Este: 263641.19			

Temperatura (C°) -Inicial

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
R1	Muestra	Sur: 8699456.46		C°	22.40
		Este: 263641.19			

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
R2	Muestra	Sur: 8699456.46		C°	22.30
		Este: 263641.19			

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
R3	Muestra	Sur: 8699456.46		C°	22.10
		Este: 263641.19			

Turbidez (NTU) - Inicial

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
R1	Muestra	Sur: 8699456.46		NTU	64.00
		Este: 263641.19			

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
R2	Muestra	Sur: 8699456.46		NTU	62.50
		Este: 263641.19			

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
R3	Muestra	Sur: 8699456.46		NTU	60.50
		Este: 263641.19			

Conductividad (µS/cm) -Inicial

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
R1	Muestra	Sur: 8699456.46		µS/cm	989
		Este: 263641.19			

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
R2	Muestra	Sur: 8699456.46		µS/cm	992
		Este: 263641.19			

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
R3	Muestra	Sur: 8699456.46		µS/cm	994
		Este: 263641.19			

Oxígeno Disuelto (mg/l) -Inicial

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
R1	Muestra	Sur: 8699456.46		mg/l	0.93
		Este: 263641.19			

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
R2	Muestra	Sur: 8699456.46		mg/l	1.23
		Este: 263641.19			

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
R3	Muestra	Sur: 8699456.46		mg/l	1.64
		Este: 263641.19			

Demanda bioquímica de oxígeno (mg/l) -Inicial

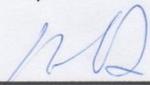
Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
R1	Muestra	Sur: 8699456.46		mg/l	270
		Este: 263641.19			
Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
R2	Muestra	Sur: 8699456.46		mg/l	280
		Este: 263641.19			
Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
R3	Muestra	Sur: 8699456.46		mg/l	290
		Este: 263641.19			

Demanda química de oxígeno (mg/l) - Inicial

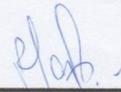
Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
R1	Muestra	Sur: 8699456.46		mg/l	485
		Este: 263641.19			
Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
R2	Muestra	Sur: 8699456.46		mg/l	483
		Este: 263641.19			
Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
R3	Muestra	Sur: 8699456.46		mg/l	482
		Este: 263641.19			

Coliformes Termotolerantes (NMP/100 mL) - Inicial

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
R1	Muestra	Sur: 8699456.46		NMP/100 mL	4.6 x 10 ⁴
		Este: 263641.19			
Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
R2	Muestra	Sur: 8699456.46		NMP/100 mL	4.5 x 10 ⁴
		Este: 263641.19			
Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
R3	Muestra	Sur: 8699456.46		NMP/100 mL	4.1 x 10 ⁴
		Este: 263641.19			



Hitler Román Pérez
TECNICO EN LABORATORIO DE CALIDAD
AMBIENTAL



QFB. Rosalbina de la Cruz Davila
JEFE DE PRACTICAS

RESULTADOS DE LA MUESTRA M1

Ensayo N° 002 – RRAD - 2019
LABORATORIO DE QUÍMICA – UCV
INFORME DE RESULTADOS - MUESTREO DE AGUA

Dirección: Km. 46 Panamericana Norte av. Florida Balneario de Acon.
Tipo de Ensayos: Análisis Físicoquímicos
Matriz: Agua residual
Descripción de la Muestra: Muestra tratada con grafeno
Muestra tomada por: Rudy Roxana Ayala Daza /Ponte Viera Palmir
Fecha de ingreso de muestra: 25/06/2019
Lugar donde se realizó el ensayo: Laboratorio de Química – UCV.

Ph

T1 - 20					
Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
M1- 6g de grafeno	Muestra	Sur: 8699456.46		--	8.02
		Este: 263641.19			

T2 - 40					
Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
M1- 12g grafeno	Muestra	Sur: 8699456.46		--	8.27
		Este: 263641.19			

T3 - 60					
Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
M1- 18g grafeno	Muestra	Sur: 8699456.46		--	8.12
		Este: 263641.19			

Temperatura (C°)

T1 - 20					
Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
M1- 6g de grafeno	Muestra	Sur: 8699456.46		C°	21.6
		Este: 263641.19			

T2 - 40					
Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
M1- 12g grafeno	Muestra	Sur: 8699456.46		C°	22.6
		Este: 263641.19			

T3 - 60					
Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
M1- 18g grafeno	Muestra	Sur: 8699456.46		C°	21.90

Este:	263641.19
Turbidez (NTU)	

T1 - 20					
Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
M1- 6g de grafeno	Muestra	Sur:	8699456.46		NTU
		Este:	263641.19		

T2 - 40					
Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
M1- 12g grafeno	Muestra	Sur:	8699456.46		NTU
		Este:	263641.19		

T3 - 60					
Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
M1- 18g grafeno	Muestra	Sur:	8699456.46		NTU
		Este:	263641.19		

Conductividad (µS/cm)					
-----------------------	--	--	--	--	--

T1 - 20					
Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
M1- 6g de grafeno	Muestra	Sur:	8699456.46		µS/cm
		Este:	263641.19		

T2 - 40					
Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
M1- 12g grafeno	Muestra	Sur:	8699456.46		µS/cm
		Este:	263641.19		

T3 - 60					
Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
M1- 18g grafeno	Muestra	Sur:	8699456.46		µS/cm
		Este:	263641.19		

Oxigeno Disuelto (mg/l)					
-------------------------	--	--	--	--	--

T1 - 20					
Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
M1- 6g de grafeno	Muestra	Sur:	8699456.46		mg/l
		Este:	263641.19		

T2 - 40					
---------	--	--	--	--	--

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
----------	-------------------	------------	---------	------------------	-----------

M1- 12g grafeno	Muestra	Sur: 8699456.46		mg/l	6.40
		Este: 263641.19			

T3 - 60

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
----------	-------------------	------------	---------	------------------	-----------

M1- 18g grafeno	Muestra	Sur: 8699456.46		mg/l	6.80
		Este: 263641.19			

Demanda bioquímica de oxígeno (mg/l)					
--------------------------------------	--	--	--	--	--

T1 - 20					
---------	--	--	--	--	--

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
----------	-------------------	------------	---------	------------------	-----------

M1- 6g de grafeno	Muestra	Sur: 8699456.46 Este: 263641.19		mg/l	153
-------------------	---------	------------------------------------	--	------	-----

T2 - 40					
---------	--	--	--	--	--

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
----------	-------------------	------------	---------	------------------	-----------

M1- 12g grafeno	Muestra	Sur: 8699456.46 Este: 263641.19		mg/l	97
-----------------	---------	------------------------------------	--	------	----

T3 - 60					
---------	--	--	--	--	--

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
----------	-------------------	------------	---------	------------------	-----------

M1- 18g grafeno	Muestra	Sur: 8699456.46 Este: 263641.19		mg/l	57
-----------------	---------	------------------------------------	--	------	----

Demanda química de oxígeno (mg/l)					
-----------------------------------	--	--	--	--	--

T1 - 20					
---------	--	--	--	--	--

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
----------	-------------------	------------	---------	------------------	-----------

M1- 6g de grafeno	Muestra	Sur: 8699456.46 Este: 263641.19		mg/l	282
-------------------	---------	------------------------------------	--	------	-----

T2 - 40					
---------	--	--	--	--	--

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
----------	-------------------	------------	---------	------------------	-----------

M1- 12g grafeno	Muestra	Sur: 8699456.46 Este: 263641.19		mg/l	165
-----------------	---------	------------------------------------	--	------	-----

T3 - 60					
---------	--	--	--	--	--

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
----------	-------------------	------------	---------	------------------	-----------

M1- 18g grafeno	Muestra	Sur: 8699456.46 Este: 263641.19		mg/l	114
-----------------	---------	------------------------------------	--	------	-----

Coliformes Termotolerantes (NMP/100 mL)					
---	--	--	--	--	--

T1 - 20					
---------	--	--	--	--	--

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
----------	-------------------	------------	---------	------------------	-----------

M1- 6g de grafeno	Muestra	Sur: 8699456.46 Este: 263641.19		(NMP/100 mL)	2.0 x 10 ⁴
-------------------	---------	------------------------------------	--	--------------	-----------------------

T2 - 40					
---------	--	--	--	--	--

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
----------	-------------------	------------	---------	------------------	-----------

M1- 12g grafeno	Muestra	Sur:	8699456.46	(NMP/100 mL)	1.1 x 10 ⁴
		Este:	263641.19		

T3 - 60					
Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado

M1- 18g grafeno	Muestra	Sur:	8699456.46	(NMP/100 mL)	2.9 x 10 ³
		Este:	263641.19		

Metodologías de Análisis: APHA-AWWA-WEF (2005) método 4500 HB.
 Stándard Methods for the examination of water and wastewater. AWWA-1992.
 SMEWW.APHA-AWWA 2510 B. (2017)
 CANCELA A LA NMX-AA-012-1980
 SM 2130 B. Turbidity. Nephelometric Method. (2012)
 APHA-AWWA-WEF (2012) 5210 B
 APHA-AWWA-WEF (2012) 5220 B

Equipo Utilizado: Multiparametro Hanna edge
 6053633
Código interno: Turbidimetro HANNA
 6009528
 digestor de DQO
 6009519
 Espectrofotometro
 6009501
 Incubadora
 6009561



Hitler Román Pérez
 TECNICO EN LABORATORIO DE CALIDAD
 AMBIENTAL



QFB. Rosalbina de la Cruz Davila
 JEFE DE PRACTICAS

RESULTADOS DE LA MUESTRA M2

Ensayo N° 003 – RRAD - 2019
LABORATORIO DE QUÍMICA – UCV
INFORME DE RESULTADOS - MUESTREO DE AGUA

Dirección: Km. 46 Panamericana Norte av. Florida Balneario de Acon.
Tipo de Ensayos: Análisis Físicoquímicos
Matriz: Agua residual
Descripción de la Muestra: Muestra tratada con grafeno
Muestra tomada por: Rudy Roxana Ayala Daza /Ponte Viera Palmir
Fecha de ingreso de muestra: 25/06/2019
Lugar donde se realizó el ensayo: Laboratorio de Química – UCV.

Ph					
-----------	--	--	--	--	--

T1 - 20					
Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
M2- 6g de grafeno	Muestra	Sur: 8699456.46		--	8.24
		Este: 263641.19			

T2 - 40					
Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
M2- 12g grafeno	Muestra	Sur: 8699456.46		--	8.19
		Este: 263641.19			

T3 - 60					
Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
M2- 18g grafeno	Muestra	Sur: 8699456.46		--	8.26
		Este: 263641.19			

Temperatura (C°)					
-------------------------	--	--	--	--	--

T1 - 20					
Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
M2- 6g de grafeno	Muestra	Sur: 8699456.46		C°	21.7
		Este: 263641.19			

T2 - 40					
Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
M2- 12g grafeno	Muestra	Sur: 8699456.46		C°	22.8
		Este: 263641.19			

T3 - 60					
Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
		Sur: 8699456.46			

M2- 18g grafeno	Muestra			C°	21.6
		Este:	263641.19		

Turbidez (NTU)					
----------------	--	--	--	--	--

T1 - 20					
Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado

M2- 6g de grafeno	Muestra	Sur:	8699456.46		NTU	23.50
		Este:	263641.19			

T2 - 40					
Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado

M2- 12g grafeno	Muestra	Sur:	8699456.46		NTU	18.07
		Este:	263641.19			

T3 - 60					
Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado

M2- 18g grafeno	Muestra	Sur:	8699456.46		NTU	12.60
		Este:	263641.19			

Conductividad (μS/cm)					
-----------------------	--	--	--	--	--

T1 - 20					
Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado

M2- 6g de grafeno	Muestra	Sur:	8699456.46		μS/cm	885
		Este:	263641.19			

T2 - 40					
Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado

M2- 12g grafeno	Muestra	Sur:	8699456.46		μS/cm	526
		Este:	263641.19			

T3 - 60					
Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado

M2- 18g grafeno	Muestra	Sur:	8699456.46		μS/cm	255
		Este:	263641.19			

Oxigeno Disuelto (mg/l)					
-------------------------	--	--	--	--	--

T1 - 20					
Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado

M2- 6g de grafeno	Muestra	Sur:	8699456.46		mg/l	5.20
-------------------	---------	------	------------	--	------	------

M2- 12g grafeno	Muestra	Este: 263641.19			
-----------------	---------	-----------------	--	--	--

T2 - 40					
Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado

M2- 12g grafeno	Muestra	Sur: 8699456.46		mg/l	6.38
		Este: 263641.19			

T3 - 60					
Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado

M2- 18g grafeno	Muestra	Sur: 8699456.46		mg/l	6.60
		Este: 263641.19			

Demanda bioquímica de oxígeno (mg/l)					
---	--	--	--	--	--

T1 - 20					
Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
M2- 6g de grafeno	Muestra	Sur:	8699456.46		mg/l
		Este:	263641.19		

T2 - 40					
Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
M2- 12g grafeno	Muestra	Sur:	8699456.46		mg/l
		Este:	263641.19		

T3 - 60					
Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
M2- 18g grafeno	Muestra	Sur:	8699456.46		mg/l
		Este:	263641.19		

Demanda química de oxígeno (mg/l)					
--	--	--	--	--	--

T1 - 20					
Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
M2- 6g de grafeno	Muestra	Sur:	8699456.46		mg/l
		Este:	263641.19		

T2 - 40					
Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
M2- 12g grafeno	Muestra	Sur:	8699456.46		mg/l
		Este:	263641.19		

T3 - 60					
Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
M2- 18g grafeno	Muestra	Sur:	8699456.46		mg/l
		Este:	263641.19		

Coliformes Termotolerantes (NMP/100 mL)					
--	--	--	--	--	--

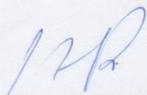
T1 - 20					
Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
M2- 6g de grafeno	Muestra	Sur:	8699456.46		NMP/100 mL
		Este:	263641.19		

T2 - 40					
Estación	Tipo de	Coordenada	Altitud	Unidad de	Resultado

Estación	Resultado	Coordenada	Altitud	Medida	Resultado
M2- 12g grafeno	Muestra	Sur: 8699456.46		NMP/100 mL	1.3 x 10 ⁴
		Este: 263641.19			
T3 - 60					
Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
M2- 18g grafeno	Muestra	Sur: 8699456.46		NMP/100 mL	3.2 x 10 ³
		Este: 263641.19			

Metodologías de Análisis: APHA-AWWA-WEF (2005) método 4500 HB.
 Stándard Methods for the examination of water and wastewater. AWWA-1992.
 SMEWW.APHA-AWWA 2510 B. (2017)
 CANCELA A LA NMX-AA-012-1980
 SM 2130 B. Turbidity. Nephelometric Method. (2012)
 APHA-AWWA-WEF (2012) 5210 B
 APHA-AWWA-WEF (2012) 5220 B

Equipo Utilizado: Multiparametro Hanna edge
Código interno: 6053633
 Turbidímetro HANNA
 digestor de DQO
 6009519
 Espectrofotometro
 6009501
 Incubadora
 6009561



 Hitier Román Pérez
 TECNICO EN LABORATORIO DE CALIDAD
 AMBIENTAL



 QFB. Rosalbina de la Cruz Davila
 JEFE DE PRACTICAS

RESULTADOS DE LA MUESTRA M3

Ensayo N° 004 – RRAD - 2019

LABORATORIO DE QUÍMICA – UCV
 INFORME DE RESULTADOS - MUESTREO DE AGUA

Dirección: Km. 46 Panamericana Norte av. Florida Balneario de Acon.
Tipo de Ensayos: Análisis Físicoquímicos
Matriz: Agua residual
Descripción de la Muestra: Muestra tratada con grafeno
Muestra tomada por: Rudy Roxana Ayala Daza /Ponte Viera Palmir
Fecha de ingreso de muestra: 25/06/2019
Lugar donde se realizó el ensayo: Laboratorio de Química – UCV.

Ph

T1 - 20					
Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
M3- 6g de grafeno	Muestra	Sur: 8699456.46		-	8.25
		Este: 263641.19			

T2 - 40					
Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
M3- 12g grafeno	Muestra	Sur: 8699456.46		-	8.18
		Este: 263641.19			

T3 - 60					
Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
M3- 18g grafeno	Muestra	Sur: 8699456.46		-	8.16
		Este: 263641.19			

Temperatura (C°)-M3

T1 - 20					
Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
M3- 6g de grafeno	Muestra	Sur: 8699456.46		C°	21.9
		Este: 263641.19			

T2 - 40					
Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
M3- 12g grafeno	Muestra	Sur: 8699456.46		C°	22.8
		Este: 263641.19			

T3 - 60					
Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
M3- 18g grafeno	Muestra	Sur: 8699456.46		C°	21.7
		Este: 263641.19			

Turbidez (NTU)

T1 - 20					
---------	--	--	--	--	--

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
M3- 6g de grafeno	Muestra	Sur: 8699456.46		NTU	23.70
		Este: 263641.19			

T2 - 40

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
M3- 12g grafeno	Muestra	Sur: 8699456.46		NTU	18.20
		Este: 263641.19			

T3 - 60

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
M3- 18g grafeno	Muestra	Sur: 8699456.46		NTU	12.70
		Este: 263641.19			

Conductividad (µS/cm)

T1 - 20

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
M3- 6g de grafeno	Muestra	Sur: 8699456.46		µS/cm	886
		Este: 263641.19			

T2 - 40

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
M3- 12g grafeno	Muestra	Sur: 8699456.46		µS/cm	528
		Este: 263641.19			

T3 - 60

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
M3- 18g grafeno	Muestra	Sur: 8699456.46		µS/cm	258
		Este: 263641.19			

Oxígeno Disuelto (mg/l)

T1 - 20

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
M3- 6g de grafeno	Muestra	Sur: 8699456.46		mg/l	5.20
		Este: 263641.19			

T2 - 40

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
M3- 12g grafeno	Muestra	Sur: 8699456.46		mg/l	6.27
		Este: 263641.19			

T3 - 60

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
----------	-------------------	------------	---------	------------------	-----------

Demanda bioquímica de oxígeno (mg/l)

T1 - 20

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
----------	-------------------	------------	---------	------------------	-----------

M3- 6g de grafeno	Muestra	Sur:	8699456.46	mg/l	158
		Este:	263641.19		

T2 - 40

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
----------	-------------------	------------	---------	------------------	-----------

M3- 12g grafeno	Muestra	Sur:	8699456.46	mg/l	101
		Este:	263641.19		

T3 - 60

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
----------	-------------------	------------	---------	------------------	-----------

M3- 18g grafeno	Muestra	Sur:	8699456.46	mg/l	61
		Este:	263641.19		

Demanda química de oxígeno (mg/l)

T1 - 20

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
----------	-------------------	------------	---------	------------------	-----------

M3- 6g de grafeno	Muestra	Sur:	8699456.46	mg/l	285
		Este:	263641.19		

T2 - 40

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
----------	-------------------	------------	---------	------------------	-----------

M3- 12g grafeno	Muestra	Sur:	8699456.46	mg/l	169
		Este:	263641.19		

T3 - 60

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
----------	-------------------	------------	---------	------------------	-----------

M3- 18g grafeno	Muestra	Sur:	8699456.46	mg/l	119
		Este:	263641.19		

Coliformes Termotolerantes (NMP/100 mL)

T1 - 20

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
----------	-------------------	------------	---------	------------------	-----------

M3- 6g de grafeno	Muestra	Sur:	8699456.46	NMP/100 mL	2.2 x 10 ⁴
		Este:	263641.19		

T2 - 40

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
----------	-------------------	------------	---------	------------------	-----------

M3- 12g grafeno	Muestra	Sur:	8699456.46	NMP/100 mL	1.3 x 10 ⁴
		Este:	263641.19		

T3 - 60

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
----------	-------------------	------------	---------	------------------	-----------

M3- 18g grafeno	Muestra	Sur:	8699456.46	mg/l	6.50
		Este:	263641.19		

Metodologías de Análisis: APHA-AWWA-WEF (2005) método 4500 HB.
Standard Methods for the examination of water and wastewater. AWWA-1992.
SMEWW.APHA-AWWA 2510 B. (2017)
CANCELA A LA NMX-AA-012-1980
SM 2130 B. Turbidity. Nephelometric Method. (2012)
APHA-AWWA-WEF (2012) 5210 B
APHA-AWWA-WEF (2012) 5220 B

Equipo Utilizado: Multiparametro Hanna edge
Código interno: 6053633
Turbidimetro HANNA
digestor de DQO
6009519
Espectofotometro
6009501
Incubadora
6009561



Hitler Román Pérez

TECNICO EN LABORATORIO DE CALIDAD
AMBIENTAL



QFB. Rosalinda de la Cruz Davila
JEFE DE PRACTICAS