



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Sistema de nanoburbujas en el tratamiento de las aguas de los
humedales de Santa Rosa de Chancay, 2023

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Ambiental

AUTORA:

Bautista Aranda, Stefany Marisol (orcid.org/0000-0003-4454-5822)

ASESOR:

Dr. Munive Cerron, Ruben Victor (orcid.org/0000-0001-8951-2499)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA - PERÚ

2023

DEDICATORIA

La presente tesis se la dedico a mis padres Mario Bautista Cáceres y Soledad Aranda Medina, por su inquebrantable apoyo y amor incondicional a lo largo de mi viaje académico. A mis profesores, por su dedicación y sabiduría que me han guiado en mi búsqueda de conocimiento. A mis amigos por las risas compartidas y el apoyo mutuo en las noches de estudio. A mis hermanas Soledad Bautista Aranda y Marita Bautista Aranda por ser una inspiración y siempre impulsarme a superar desafíos y a perseguir mis metas. A todos aquellos que creyeron en mí en especial a mi abuelita Eulogia Medina Toledo por ser un ejemplo de resiliencia. ¡Gracias por ser mi inspiración!

AGRADECIMIENTO

Agradezco a todas las personas que contribuyeron de una u otra manera a la realización de este trabajo. En primer lugar, agradezco a mi familia, en especial a mis padres Mario Bautista Cáceres y Soledad Aranda Medina, por su amor incondicional, comprensión y apoyo financiero, sin los cuales esta tesis no habría sido posible. A mis hermanas Soledad Bautista Aranda y Marita Bautista Aranda por su aliento y confianza en mí. También agradezco a mi asesor de tesis Munive Cerron Ruben por su orientación experta, paciencia y apoyo constante a lo largo de este proyecto. Sus conocimientos y consejos fueron fundamentales para llevar a cabo esta investigación.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, MUNIVE CERRON RUBEN VICTOR, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "Sistema de nanoburbujas en el tratamiento de las aguas de los humedales de Santa Rosa de Chancay, 2023", cuyo autor es BAUTISTA ARANDA STEFANY MARISOL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 16.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

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

LIMA, 15 de Diciembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
RUBEN VICTOR MUNIVE CERRON DNI: 19889810 ORCID: 0000-0001-8951-2499	Firmado electrónicamente por: RMUNIVEC el 22-12- 2023 16:32:27

Código documento Trilce: TRI - 0698379





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, BAUTISTA ARANDA STEFANY MARISOL estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Sistema de nanoburbujas en el tratamiento de las aguas de los humedales de Santa Rosa de Chancay, 2023", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

Nombres y Apellidos	Firma
BAUTISTA ARANDA STEFANY MARISOL DNI: 72650569 ORCID: 0000-0003-4454-5822	Firmado electrónicamente por: SBAUTISTAAR3 el 17- 12-2023 13:40:24

Código documento Trilce: INV - 1591549



ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR.....	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vivi
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA.....	10
3.1. Tipo y diseño de investigación	10
3.2. Variables y operacionalización.....	10
3.3. Población, muestra y muestreo.....	11
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	12
3.5. Procedimientos	14
3.6. Método de análisis de datos	19
3.7. Aspectos éticos	19
IV. RESULTADOS	20
V. DISCUSIÓN.....	322
VI. CONCLUSIONES.....	326
VII. RECOMENDACIONES.....	37
REFERENCIAS.....	38
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valoración de los expertos	13
Tabla 2. Temperatura de las aguas de los humedales de Santa Rosa	20
Tabla 3. Conductividad eléctrica de las aguas de los humedales de Santa Rosa.	21
Tabla 4. Turbidez de las aguas de los humedales de Santa Rosa.....	23
Tabla 5. Potencial de hidrógeno de las aguas de los humedales de Santa Rosa .	24
Tabla 6. Demanda Química de Oxígeno de las aguas de los humedales de Santa Rosa	26
Tabla 7. Demanda Biológica de Oxígeno de las aguas de los humedales de Santa Rosa	27
Tabla 8. Coliformes Totales de las aguas de los humedales de Santa Rosa.....	28
Tabla 9. Diámetro de las nanoburbujas (nm)	30

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de generación de Nanoburbujas.	9
Figura 2. Diagrama de flujo del proceso de aplicación de nanoburbujas en los humedales de Santa Rosa	14
Figura 3. Lugar donde se realizó la investigación.....	15
Figura 4. Ubicación satelital de los humedales de Santa Rosa en Chancay, Perú.	15
Figura 5. Temperatura de las 3 repeticiones	21
Figura 6. Conductividad eléctrica de las 3 repeticiones.....	22
Figura 7. Turbidez de las 3 repeticiones.....	23
Figura 8. pH de las 3 repeticiones	25
Figura 9. DQO de las 3 repeticiones	26
Figura 10. DBO ₅ de las 3 repeticiones.....	28
Figura 11. Imagen con el conteo de la cantidad de nanoburbujas por gota	29
Figura 12. Diámetro de la nanoburbuja (um)	29

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue aplicar el sistema de nanoburbujas para mejorar las características químicas, físicas y microbiológicas de las aguas de los humedales de Santa Rosa. La metodología es de tipo aplicada y diseño preexperimental. Con un muestreo no probabilístico por conveniencia. En primera instancia se realizó un análisis inicial (M0) donde la temperatura fue 23.38 °C, la conductividad eléctrica 1504 $\mu\text{S}/\text{cm}$, la turbidez 499 NTU, el pH 6.29, el DQO 958.50 mg/L, el DBO₅ 485.50 mg/L y los coliformes totales 4×10^{-3} UFC, luego de ello se hizo el tratamiento con las nanoburbujas en 3 repeticiones en los intervalos de tiempo 20, 40 y 60 minutos, posteriormente se realizó un análisis después de haber tratado el agua con las nanoburbujas de aire, donde se obtuvo un promedio al minuto 60 de la temperatura que fue 23.5 °C, y el pH fue 7.0, mientras que la mayor disminución de DQO fue en la M1T60 de 183.5 mg/L, de DBO₅ fue en la M2T60 de 83 mg/L y los Coliformes totales fueron eliminadas desde el inicio del tratamiento. Finalmente se concluyó que el uso de nanoburbujas de aire ayudan a una significativa disminución de la concentración turbidez, DQO, DBO₅ y coliformes totales.

Palabras Clave: Humedales, nanoburbujas, tratamiento, disminución.

ABSTRACT

The objective of the research was to apply the nanobubble system to improve the chemical, physical and microbiological characteristics of the waters of the Santa Rosa wetlands. The methodology is of applied type and pre-experimental design. With non-probabilistic convenience sampling. In the first instance, an initial analysis (M0) was carried out where the temperature was 23.38 °C, the electrical conductivity 1504 $\mu\text{S}/\text{cm}$, the turbidity 499 NTU, the pH 6.29, the DQO 958.50 mg/L, the DBO₅ 485.50 mg/L and the total coliforms 4×10^{-3} UFC, after which the treatment with the nanobubbles was carried out in 3 repetitions in the time intervals 20, 40 and 60 minutes, subsequently an analysis was carried out after having treated the water with the air nanobubbles, where an average temperature at minute 60 was 23.5 °C, and the pH was 7.0, while the greatest decrease in DQO was in M1T60 of 183.5 mg/L, of DBO₅ was in M2T60 of 83 mg/L. L and total Coliforms were eliminated from the beginning of treatment. Finally, it was concluded that the use of air nanobubbles helps to significantly reduce the concentration turbidity, DQO, DBO₅ and total coliforms.

Keywords: Wetlands, nanobubbles, treatment, decrease.

I. INTRODUCCIÓN

El vínculo que existe entre la salud y el agua es fundamental, ya que, garantiza una vida sostenible y de calidad. Sin embargo, los recursos hídricos pueden ser contaminadas de manera natural a través de técnicas de descomposición orgánica, así como por actividades humanas que tienen un impacto artificial en su calidad (GASTAÑAGA, 2018).

En el presente momento, se está ejecutando el proyecto de construcción del portuario “Mega Puerto de Chancay” cerca a los Humedales la cual está dirigida y a cargo de la empresa Cosco Shipping, por el momento van a mitad de camino ya que se provee su culminación en el segundo semestre del 2024.

Este humedal se encuentra ubicado en Chancay, el cual, enfrenta diferentes problemas que amenazan la salud y biodiversidad existente. La contaminación del agua proveniente de actividades humanas, como la descarga de aguas sin tratamiento, el uso de pesticidas en la agricultura afecta gravemente la calidad del agua de los humedales. Esto puede dañar los ecosistemas acuáticos y poner en peligro la vida de las especies que dependen de ellos.

Como otra preocupación tenemos a la urbanización y el desarrollo descontrolado ya que hay construcciones que se desarrollan sin una planificación adecuada representan una amenaza para los humedales. La construcción de infraestructuras como carreteras, edificios y viviendas en áreas cercanas a los humedales puede provocar la degradación de los mismos, ya sea por la eliminación de vegetación, la alteración de los patrones de drenaje natural o la modificación de los cursos de agua.

Según el comité de vigilancia ambiental del humedal Santa Rosa la construcción del “Mega Puerto de Chancay” está causando grandes afectaciones al ecosistema, ya que utilizan de manera irregular la vía de ingreso al humedal, de igual manera invadiendo terreno para el transporte de los vehículos pesados que transitan por ahí y llevan bloques de concreto, cemento, tubos, entre otros, incluso utilizando área del Humedal como depósito. Según SENACE (2020) “está prohibido

e incumple totalmente los compromisos ambientales firmados en su modificación de estudio de impacto ambiental (MEIA) que fue aprobado en el año 2020.

Dicha construcción no solo afecta al área del Humedal de Santa Rosa sino también a las especies que viven en el humedal como son las aves; dentro de ellas tenemos a las garzas, gaviotas, patos, polla de agua, entre otros. Según RAMIREZ (2010) “nos indica que la construcción afecta a las especies que viven en dicho lugar porque alteran su ecosistema y deterioran su hábitat”.

La **problemática principal** de esta investigación se centra en examinar ¿Cuál es la influencia de la aplicación del sistema de nanoburbujas en las propiedades químicas, microbiológicas y físicas de las aguas de los humedales de Chancay llamada Santa Rosa en el año 2023? De ello se derivan los siguientes aspectos específicos: ¿Cómo afecta la utilización del sistema de nanoburbujas a los parámetros físicos del agua en los humedales de Chancay llamados Santa Rosa? ¿Cuál es el impacto en los parámetros químicos? ¿Y cómo influye en el componente microbiológico? Además, se explorarán ¿Cuáles son las características principales de las nanoburbujas en el tratamiento empleado?.

Esta tesis contó con 3 justificaciones de las cuales tenemos la **justificación social**, el uso de nanoburbujas para el tratamiento de aguas de los humedales puede ayudar a eliminar o reducir la presencia de patógenos y contaminantes microbiológicos. Esto podría tener un impacto directo en la salud pública al reducir las enfermedades por contaminación del agua.

En cuanto a la **justificación económica**, la aplicación de un sistema de nanoburbujas demostró que la efectividad en el proceso de depuración de las aguas con carga orgánica puede generar ahorros significativos a largo plazo. Al remover de manera efectiva la carga orgánica, se reduce la necesidad de tratamientos y procesos adicionales para garantizar la calidad del agua. Esto se traduce en menores costos operativos, mantenimiento y productos químicos utilizados en relación con métodos convencionales de manipulación de aguas. Además, la disminución de la contaminación puede contribuir a evitar multas y sanciones por incumplimiento de las regulaciones ambientales.

La **justificación ambiental** de esta tesis buscó mejorar y ayudar a su conservación a los Humedales de Santa Rosa con una nueva opción tecnológica como la utilización de nanoburbujas para la remoción de carga orgánica de sus aguas, las cuales cuando son estimuladas, se desestabilizan y colapsan, liberando el radical hidroxilo. Con lo cual se espera eliminar a través de la oxidación de las mismas los problemas más difíciles en el tratado de las aguas con carga orgánica, contribuyen con la exclusión de surfactantes, la transferencia de gas híper eficiente, ya que hoy en día los Humedales cuentan con gran contaminación afectando así la flora, fauna, y sus elementos naturales como son el aire, el agua y el suelo.

Con el propósito de mejorar tanto la calidad como la claridad del agua ajustando los niveles de las propiedades físicas, químicas y microbiológicas, se pretende disminuir o incrementar, mediante este proceso, la concentración de los parámetros evaluados en diferentes momentos del proceso. Esto garantizará un uso adecuado del agua de acuerdo con la categoría establecida en la normativa ECA Agua D.S. 004-2017-MINAM, evitando así impactos negativos en el medio ambiente.

El **objetivo fundamental** de esta investigación consistió en emplear el sistema de nanoburbujas con el fin de mejorar las propiedades químicas, físicas y microbiológicas del agua en los humedales de Chancay llamado Santa Rosa en 2023. A partir de este objetivo central, se desligan los siguientes **objetivos específicos**: evaluar la concentración de los parámetros físicos del agua en los humedales de Santa Rosa de Chancay pre y post de la aplicación de nanoburbujas de aire, analizar la concentración de los parámetros químicos del agua en los humedales de Santa Rosa de Chancay pre y post de la aplicación de nanoburbujas de aire, medir la concentración del parámetro microbiológico del agua en los humedales de Santa Rosa de Chancay pre y post de la aplicación de nanoburbujas de aire, y caracterizar las propiedades de las nanoburbujas utilizadas en el tratamiento.

La **hipótesis general** planteada en esta investigación sostiene que la introducción de nanoburbujas de aire en las aguas de los humedales de Santa Rosa de Chancay provocaría cambios en sus características químicas, físicas y microbiológicas. En términos más **específicos**, se postula que la aplicación del

sistema de nanoburbujas conlleva mejoras en la concentración de los parámetros de dichas aguas. Este enfoque busca no solo analizar el impacto de las nanoburbujas en cada uno de estos aspectos por separado, sino también destacar las propiedades únicas de estas burbujas, las cuales se consideran una tecnología eficaz para potenciar la calidad del agua en el tratamiento de aquellas contaminadas con material orgánico. Este planteamiento busca abordar de manera integral el potencial beneficioso de las nanoburbujas en la mejora de la calidad y claridad del agua en los humedales de Santa Rosa de Chancay.

II. MARCO TEÓRICO

Según KYZAS (2019), las nanoburbujas son extremadamente diminutas, siendo este inferior a los 100 nanómetros, cuentan con carga eléctrica, lo cual le permite mantenerse en el agua durante largos períodos debido a su diminuto tamaño. Recientemente, se ha investigado el uso de las nanoburbujas en el tratado del agua residual, lo que ha dado lugar a diferentes estudios a nivel nacional e internacional.

El tratamiento de aguas se refiere al proceso de eliminación o reducción de la materia orgánica presente en un sistema o ambiente determinado (NUÑEZ, 2019). Este proceso puede llevarse a cabo mediante diferentes métodos, como el proceso del tratamiento de las aguas, la compostación de residuos orgánicos o la aplicación de técnicas de biorremediación. El tratamiento de aguas es importante para mantener la calidad del agua, prevenir la contaminación ambiental y promover un equilibrio ecológico adecuado. Además, contribuye a la reducción de olores desagradables y la prevención de la proliferación de organismos nocivos.

HAN *et al.* (2022), estudiaron la oxidación del arsénico y la erradicación de efluentes provenientes de mineras mediante la inyección de nanoburbujas de oxígeno. Por otro lado, analizaron la utilidad que tienen las nano burbujas en la oxidación de iones de arsénico presentes con pH ácido en una solución acuosa. Determinaron que después de días de aplicación de las nano burbujas lograron oxidar cerca de 31 kg de ácido sulfhídrico (H_2S) disueltos en 652 m³ de agua natural. Es así que se destacó que esta tecnología fue prometedora para mejorar el agua subterránea con un bajo Potencial de Oxidación-Reducción (ORP), así como para el tratamiento de H_2S generado en la construcción de tuberías de alcantarillado y aguas subterráneas de las mineras.

Conforme a CAPODAGLIO *et al.* (2017), determinaron la optimización de un tratamiento residual en la planta de producción de refrescos, por lo que el propósito principal fue incrementar el desarrollo del tratamiento de lodos activados por medio de la agregación de fósforo (P), nitrógeno (N) y metanol (CH_3OH) con el fin de lograr una desnitrificación eficiente. Los resultados mostraron una eficiencia de eliminación del 98.33% para DBO_5 , así mismo 97.53% para DQO, mientras que los Sólidos Suspendidos Totales (SST) tuvieron una eliminación con una eficiencia del

50%, debido a los bajos niveles iniciales en la planta de tratamiento. Por último, determinaron que el uso de fósforo, metanol y nitrógeno mejoró significativamente el proceso de desnitrificación, logrando altos niveles de exclusión de contaminantes presentes en el tratamiento de aguas residuales originarias de la industria del refresco.

Reducir el nivel de plagio en una frase implica parafrasear el texto original manteniendo el significado. Aquí tienes una versión modificada:

GAO YUE y sus colegas (2019) examinaron diversas estrategias para mejorar el proceso de ozonización mediante la aplicación de microburbujas. Su investigación se centró en la eficacia del tratamiento de aguas servidas de origen fluvial, específicamente en la depuración de compuestos refractarios presentes en los desechos líquidos derivados de la purificación de aguas residuales secundarias. Los tratamientos indicaron que la transferencia de masa de ozono, cuando se implementa en un sistema de microburbujas, exhibe un comportamiento diferente en comparación con las macroburbujas convencionales. Durante la etapa inicial y en el sistema UV/microburbujas, se lograron elevados índices de eliminación, alcanzando un 37,50% en la demanda química de oxígeno (DQO), un 81,15% en UV254 y un 94,74% en UV400. Estos hallazgos destacan la eficacia de combinar la ozonización con la técnica UV/microburbujas para el tratamiento avanzado de aguas servidas. En este contexto, el estudio concluyó que la aplicación simultánea de la ozonización y la técnica UV/microburbujas representa un enfoque altamente eficiente para el tratamiento avanzado de aguas residuales, especialmente en la depuración de compuestos refractarios y en el proceso de mejorar la pureza o excelencia del agua.

Para reducir el nivel de similitud, puedes parafrasear la información y reestructurar las oraciones. Aquí tienes una versión modificada:

En la investigación realizada por TRAORE y Ye (2019), se exploró la reducción de lodos mediante ozonización mediante el uso de una tecnología de aireación equipada con catalizadores y microburbujas. Hicieron uso de H₂O₂ con el objetivo de disminuir la cantidad de ozono y mejorar la biodegradabilidad de los lodos. Los resultados obtenidos revelaron que después de la ozonización, la

biodegradabilidad de los lodos y el contenido de aceite disminuyeron significativamente, pasando del 77,48% al 51,7%. Este efecto se atribuyó a la presencia de ozono, al catalizador utilizado y al tiempo de ozonización. La ozonización también tuvo un impacto notable en los niveles de MLSS y MLVSS de los lodos, siendo influenciados por la tecnología de aireación con microburbujas. Durante el proceso de ozonización, los valores de MLSS disminuyeron del 53,54% al 31,42%, mientras que los de MLVSS aumentaron del 17,15% al 36,5%. Se observó que la concentración de DQO y NH₄⁺ experimentó un incremento significativo del 220,8% y 26,2%, respectivamente, después de la ozonización. No obstante, se identificó una tendencia al alza en los valores de DQO, especialmente un aumento del 392,45%, cuando el volumen de H₂O₂ superó los 34 ml. Cabe destacar que el uso del catalizador H₂O₂ influyó en el pH de los lodos durante la ozonización, desplazándolos hacia la zona neutral.

LEVITSKY *et al.* (2022) exploraron el potencial de los flujos de micro y nanoburbujas (MNB) en el tratamiento de agua potable y agua residual. Analizaron las definiciones básicas, técnicas analíticas avanzadas y técnicas de creación de burbujas, así como la aplicación de principios de ingeniería en dichos procedimientos. Asimismo, destacaron que la persistencia de las MNB y su elevada capacidad de transferencia de oxígeno. plantean la posibilidad de rediseñar el manejo de lodos activados. En vez de emplear grandes contenedores abiertos con un alto consumo energético, proponen operar a través del flujo de efluentes con biomasa adherida en tuberías enriquecidas con MNB. Este enfoque podría mejorar la eficiencia y reducir los costos energéticos asociados con el tratamiento de aguas.

AGUILAR (2016) realizó una investigación con el propósito de eliminar el material orgánico medido en términos de DBO₅ y DQO originada por el proceso de pelambre en una curtiembre. Además, analizaron las características físico-químicas del efluente previa y posterior de la aplicación del tratamiento de micro-nano burbujas. Se obtuvieron muestras del efluente generado durante el proceso de pelambre. Así mismo, emplearon muestras de 200, 400 y 800 mL del efluente, denominadas M1, M2 y M3, respectivamente, y se colocaron en tres recipientes de 2000 mL. El diámetro de las micro-nano burbujas resultó ser de 7 µm. Como resultado, se observaron las mayores reducciones porcentuales en: DQO, con un

porcentaje del 66.17% en la muestra M2, por otro lado, 69.41% en la muestra M1 para el parámetro DBO₅, y un porcentaje del 98.57% en la muestra M2 para el parámetro SST.

En su investigación, KYZAS et al. (2019) exploraron el impacto de la presencia de micro-nano burbujas de aire en el agua sobre la capacidad de absorción y la velocidad cinética. Para llevar a cabo este estudio, emplearon cáscaras de papa como material de carbono tras su uso doméstico y activaron dicho carbono mediante una solución de H₃PO₄ como alternativa. Utilizaron una solución madre de plomo, específicamente Pb (NO₃)₂, también conocida como nitrato de plomo (II), como fuente para generar nanoburbujas de tamaño controlado. En el recipiente de acero del generador de nanoburbujas, añadieron 4000 ml de agua desionizada y procesaron las nanoburbujas durante 30 minutos a una temperatura constante de 20°C. Ajustaron el pH de la solución a pH = 6 mediante micro adiciones. Se observó que la capacidad máxima de adsorción (Q_{max}) del material mostró similitudes tanto en presencia como en ausencia de nanoburbujas en el agua. Sin embargo, el efecto más notable fue la capacidad primordial de las nanoburbujas para acelerar el proceso de adsorción en un 336%. Además, se notó que las nanoburbujas alteraron la forma de la curva cinética, generando un efecto secundario significativo.

Se sabe que las aguas residuales "Son aquellas aguas que requieren de un tratamiento antes de ser reutilizadas o vertidas en algún sembrío o al sistema de alcantarillado, ya que sus características principales han sido cambiadas por actividad del hombre" (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFAMINAM, 2014).

El manejo de aguas servidas es un asunto de gran relevancia en el campo de la ingeniería ambiental debido a su repercusión tanto en los ecosistemas acuáticos como en el bienestar de las personas. A lo largo del tiempo, han surgido distintos enfoques técnicos y tecnologías con la intención de mejorar la efectividad en la eliminación de las mismas.

La aplicación de micro-nano burbujas en el tratamiento de aguas residuales es una tecnología novedosa que ha generado un destacado interés tanto en la comunidad científica como en la industria. Estas burbujas, de tamaño reducido con

diámetros inferiores a 100 micrómetros, presentan propiedades y ventajas únicas en términos de transferencia de masa y reactividad.

Sin embargo, a pesar de los beneficios prometedoras de las micro-nano burbujas en el tratamiento de aguas residuales, aún existen desafíos técnicos y limitaciones en su implementación a gran escala. Es necesario obtener un conocimiento más profundo de los procesos involucrados de formación y comportamiento de estas burbujas, así como de los costos asociados y los efectos en la calidad del agua tratada.

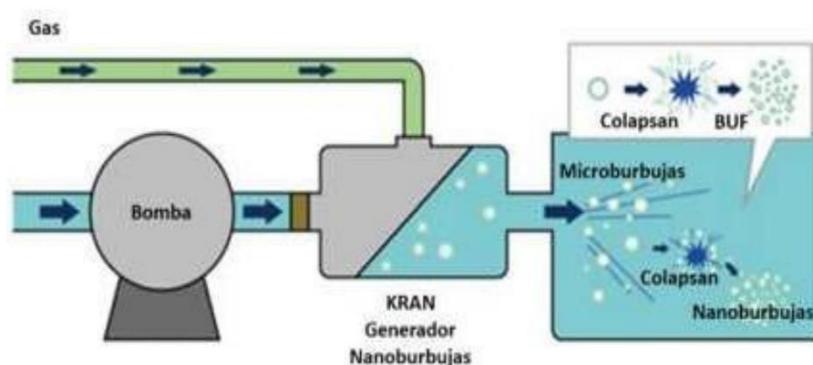


Figura 1. Esquema de generación de Nanoburbujas.

Fuente: Quioz Disinfection technology.

La funcionalidad según la Figura 1, se debe a una diferencia de presión que crea efectos hidrodinámicos, formando cavidades de gas en un líquido. Estas cavidades, conocidas como nanoburbujas, tienen un tamaño ultrafino de 10nm a 1000nm, con una moda de 100nm a 180nm y una media de 120nm a 200nm. En cada ciclo se generan aproximadamente 300 millones de nanoburbujas. Estas nanoburbujas reducen la tensión superficial y aumentan la capacidad de saturación del líquido. Además, poseen carga negativa, alta presión interna y experimentan movimiento browniano. Las nanoburbujas interactúan con las moléculas individuales del líquido acuoso que se está tratando, permaneciendo en el medio durante un tiempo prolongado. Esto aumenta la movilidad de las moléculas y promueve una mayor descomposición de la materia orgánica por parte de las bacterias que requieren oxígeno para su metabolismo. También se generan radicales libres que tienen un efecto sanitizador.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

El **tipo de investigación** es de tipo aplicado, porque se aplicaron los conocimientos científicos previamente adquiridos en relación a la utilización de nanoburbujas de aire (ALHESHIBRI, 2019).

El **enfoque de la investigación** fue cuantitativo debido a que se utilizó la recolección y análisis de datos con el fin de responder interrogantes de la investigación y someter a pruebas las hipótesis formuladas. Este método se fundamenta en la cuantificación numérica, el recuento y frecuentemente en la utilización de técnicas estadísticas para obtener de forma precisa los modelos de conducta en una población (SAMPIERI, 2003).

En términos del **diseño de investigación**, se utilizó un enfoque Pre-Experimental, del tipo pre-post prueba, “implica la realización de una prueba inicial a un grupo antes de someterlo al tratamiento experimental, seguido de la administración del tratamiento y, posteriormente, la aplicación de una prueba o medición adicional” (TAMAYO, 2006). Para este caso se conformó al menos dos grupos: uno de ellos es el grupo experimental que recibió el tratamiento de aguas contaminadas de material orgánica con nanoburbujas en los humedales de Santa Rosa, mientras que el otro es el grupo de control es el que no recibió ningún tratamiento la cual es el agua sacada directamente del humedal.

El **nivel** es explicativo, ya que variable independiente se manipuló y se proporcionó una descripción de cómo se emplearon las nanoburbujas en el sistema.

3.2. Variables y operacionalización

Las variables que fundamentarán la investigación son las siguientes:

- ✓ Dependiente: Tratamiento de aguas.
- ✓ Independiente: Aplicación de Nanoburbujas.

La matriz de operacionalización con la información más detallada de este punto se encuentra en el anexo 1.

3.3. Población, muestra y muestreo

Para ARIAS (2006) menciona que la población es definida como un conjunto de componentes que comparten similares características y sobre los cuales se aplican las deducciones generales de una investigación. En el contexto de este estudio, la **población** es un volumen aproximado de 83 m³ contenidas en las aguas de los Humedales de Santa Rosa que tiene una extensión de 32 hectáreas.

Criterios para la inclusión: Se consideraron los indicadores de conductividad eléctrica, turbidez, temperatura, pH, DBO₅ y DQO presentes en las aguas de los humedales de Santa Rosa, los cuales exhiben una carga orgánica más elevada. Esto condujo a la inclusión de los parámetros de investigación pertinentes.

Criterios de exclusión: Los elementos presentes en la categoría 3 del Estudio de Calidad del Agua, específicamente en la subcategoría D1 relacionada con el riego de vegetales, fueron excluidos de acuerdo con la evaluación realizada por los investigadores, tanto para el riego de vegetales como para la bebida de animales.

Según la **muestra** se refiere al conjunto de métodos empleados para analizar la distribución de características específicas en una población o grupo en su totalidad, mediante la observación de una muestra representativa de esa población (TAMAYO, 2006). En lo que respecta al proceso de tratamiento de aguas con nanoburbujas de aire, la **muestra** que se utilizó fue de 0.04 m³, lo que equivale a un volumen de 40 litros.

El método de **muestreo** seleccionado fue el no probabilístico por conveniencia, donde el investigador elige los casos disponibles para su estudio (HERNÁNDEZ, 2010). Considerando también los parámetros estipulados en el ECA Agua D.S. N° 004-2017-MINAM.

La **unidad de análisis** fue 1 litro de agua de los humedales de Santa Rosa.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En la presente tesis, se utilizó la observación directa como **técnica de recolección**, la cual implica la examinación directa de eventos públicos utilizando herramientas de recolección de datos como una cámara, un cuaderno, tablas y fichas. Posteriormente, se registró y organizó la información de manera coherente. Esta técnica se emplea para analizar una muestra de aguas de los humedales de Santa Rosa, con el propósito de determinar los resultados obtenidos al aplicar nanoburbujas en el tratamiento de aguas.

Se utilizaron cinco formularios como herramientas de recopilación, los cuales se componían de la siguiente manera: una hoja para describir las muestras de agua, un formulario para el análisis inicial de las muestras de agua, otro para el análisis de las muestras de agua tratada, un formulario para la caracterización de las nanoburbujas y, por último, un formulario para la comparación de los análisis de las muestras de agua.

La **validación** de los instrumentos se realizó por juicios de los 3 expertos colegiados en Ingeniería conformados por: 1) Dr. Valverde Flores Jhonny, 2) Dr. Ordoñez Galvez Juan, 3) Lizarzaburu Aguinaga Danny (ver Tabla 1), las cuales fueron solicitadas con la siguiente información: Instrumentos de recolección de datos, ficha de evaluación y matriz de operacionalización de variables, como resultado aprobaron los documentos con una firma en cada instrumento como símbolo de conformidad.

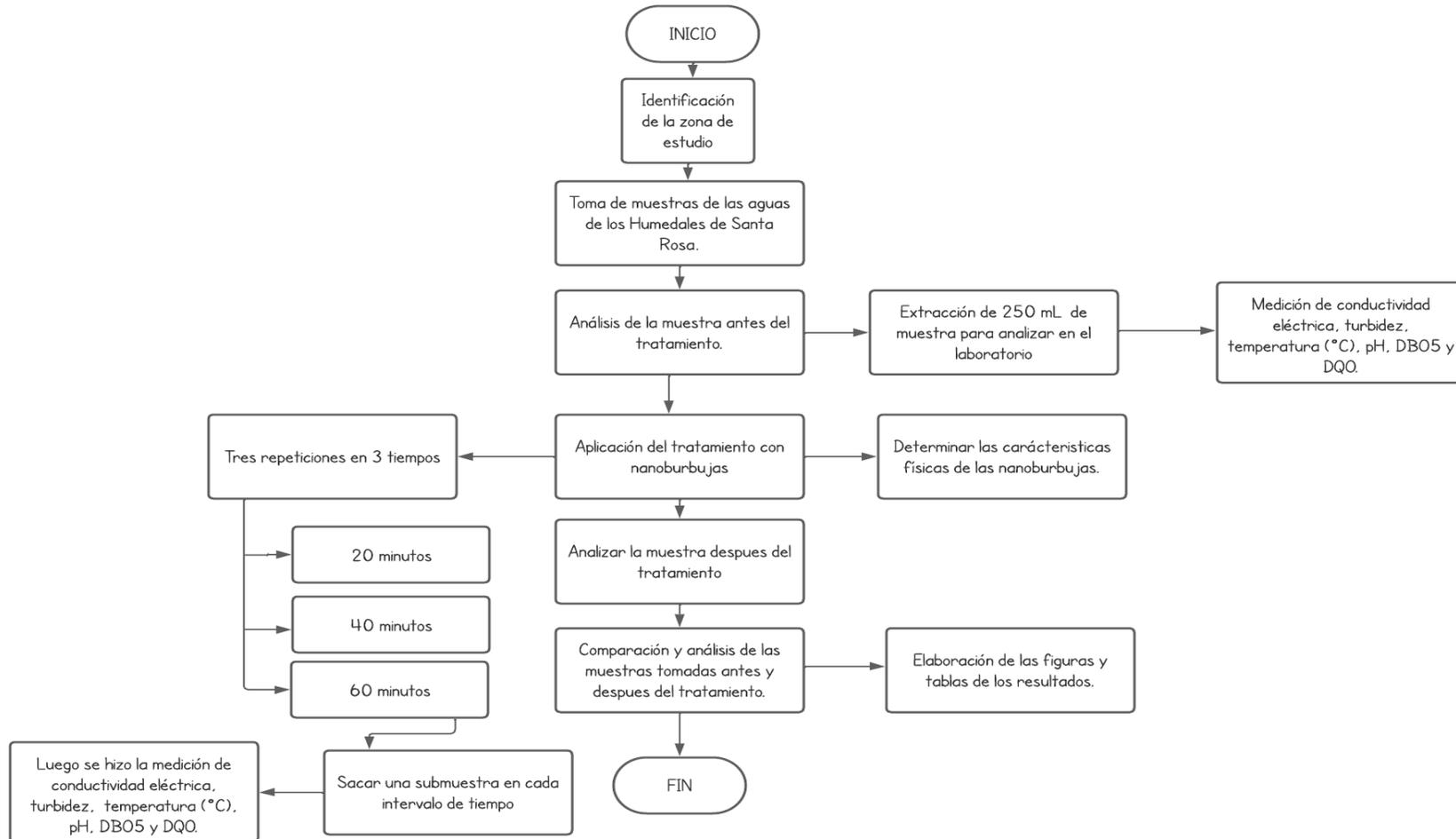
Tabla 1. Valoración de los expertos

N	EXPERTO	Valoración				
		Instrumento 1	Instrumento 2	Instrumento 3	Instrumento 4	Instrumento 5
1	Valverde Flores Jhonny	90%	90%	90%	90%	90%
2	Ordoñez Galvez Juan	90%	90%	90%	90%	90%
3	Lizarzaburu Aguinaga Danny	85%	85%	85%	85%	85%
	Promedio de valoración	88%	88%	88%	88%	88%

La **confiabilidad** de la investigación se obtuvo por medio del promedio de la validación de los instrumentos por parte del juicio de expertos, para ello se obtuvo 88% dando credibilidad a la investigación.

3.5. Procedimientos

Figura 2. Diagrama de flujo del proceso de aplicación de nanoburbujas en los humedales de Santa Rosa.



Fuente: Elaboración Propia.

El desglosamiento de cada uno de los puntos mencionados en la Figura 2, se realizará a continuación:

ETAPA 1: IDENTIFICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

El estudio se realizó en los humedales de Santa Rosa (Figura 3) ubicada en Chancay, provincia de Huaral, departamento de Lima, con una extensión de 32 hectáreas.



Figura 3. Lugar donde se realizó la investigación

Fuente: Elaboración Propia.

Este humedal cuenta con un ecosistema de carácter singular por su recurso hidrológico de flora y fauna.

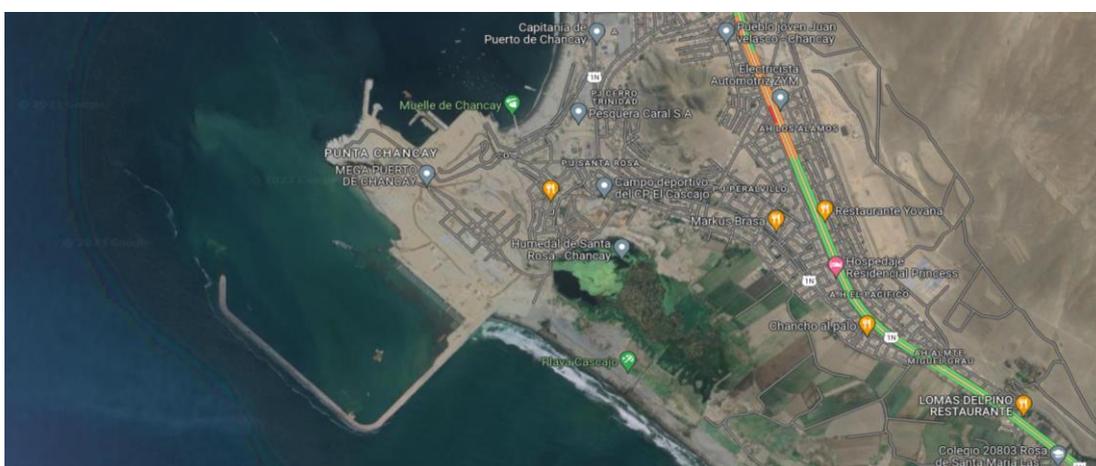


Figura 4. Ubicación satelital de los humedales de Santa Rosa en Chancay, Perú.

Fuente: Google Maps.

ETAPA 2: TOMA DE LAS MUESTRAS DE LAS AGUAS DE LOS HUMEDALES DE SANTA ROSA

La toma de muestras o recolección se realizó de acuerdo a lo siguiente:

1. La muestra fue recolectada de los humedales de Santa Rosa ubicada en Chancay, a unos 250 metros (aguas abajo). Antes de ello se utilizó los implementos de bioseguridad tanto para el cuidado del personal como para no contaminar la muestra al momento del recojo del mismo.
2. Se utilizó dos recipiente con una capacidad de 20 litros para transportar la muestra, para este proceso se tuvo en cuenta tanto las medidas de prevención como las de conservación de muestras de agua, esto con función a los parámetros medidos (conductividad eléctrica, turbidez, temperatura, pH, DBO₅, DQO, entre otros), como son mencionados en el documento denominado "Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos", se establecen las directrices y procedimientos a seguir a nivel nacional para llevar la ejecución del monitoreo de la calidad del agua.
3. Por último, se llevaron las muestras recogidas al laboratorio acreditado Geso + Research Labs ubicado en Calle Los Olivos, Mz N Lote 24, Urb, Los Jazmines del Naranjal, Distrito Los Olivos, donde posteriormente fueron analizadas.

ETAPA 3: ANÁLISIS DE MUESTRA DE AGUA PROVENIENTE DE LOS HUMEDALES DE SANTA ROSA ANTES DE SER TRATADAS

1. Antes de aplicar el tratamiento tenemos como primer punto y el más importante la utilización de implementos de bioseguridad para poder tener un mejor manejo de las muestras.
2. Se tomaron muestras en un recipiente de 10 litros y se vertió 5 litros.
3. Posteriormente, se vaciaron 250 mL en un recipiente vacío para poder realizar las mediciones correspondientes como son la conductividad eléctrica, turbidez, temperatura, pH, DBO₅, DQO. Los cuales se llenaron en frascos con su debida rotulación Mo.

ETAPA 4: APLICACIÓN DE LAS NANOBURBUJAS DE AIRE EN LAS AGUAS DE LOS HUMEDALES DE SANTA ROSA PARA SU TRATAMIENTO

Se procuró obtener la autorización del titular de la patente, el Dr. Jhonny Wilfredo Valverde Flores, para emplear su dispositivo generador de nanoburbujas de aire en el desarrollo de la investigación.

El equipo consta de los siguientes componentes: Una compresora de aire, el generador de nanoburbujas de aire, el depósito de entrada y salida para las aguas, una bomba de agua y un variador de velocidad para regular la potencia de la bomba.

Asimismo, se implementó medidas de bioseguridad adecuadas.

Este tratamiento se hizo en 3 repeticiones denominadas M1-M2-M3, en el cual se utilizó 10 litros de agua para cada repetición en intervalos de tiempo de 20, 40 y 60 minutos.

El tratamiento inició con la colocación de 10 litros de muestra, siguiendo con el encendido de la bomba con el variador de velocidad, luego se enciende la compresora y se abren las llaves para que el aire comprimido ingrese a los generadores de nanoburbujas, de ahí sale por los tubos y se recoge la muestra a los 20 minutos luego a los 40 y finalmente a los 60 minutos obteniendo en cada intervalo de tiempo dos recipientes con muestras los cuales uno es para medir todos los parámetros y otro para medir el DBO_5 y así respectivamente en cada repetición.

En el Anexo 5. se presenta las fotos del proceso de investigación que se realizó con la aplicación del sistema de nanoburbujas para el tratamiento de las aguas de los Humedales de Santa Rosa de Chancay.

ETAPA 5: ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS DE LAS AGUAS DE LOS HUMEDALES DE SANTA ROSA DESPUÉS DE SER TRATADAS

1. Al finalizar cada intervalo de tiempo predefinido, se procedió a tomar submuestras para medir la temperatura y el pH del agua.
2. Las muestras destinadas a la determinación de DBO₅ y coliformes totales se enviaron al laboratorio, para realizar las evaluaciones correspondientes para los parámetros.
3. Los resultados obtenidos se registraron en las fichas y posteriormente fueron tabulados. Estos registros sirvieron como base para llevar a cabo un control adecuado, considerando los parámetros y el tiempo de tratamiento correspondiente.

ETAPA 6: COMPARACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS DE LAS AGUAS DE LOS HUMEDALES DE SANTA ROSA ANTES Y DESPUÉS DE SER TRATADAS

Con el objetivo de facilitar la comparación entre los resultados previos y posteriores al tratamiento, se generaron gráficos que representan los parámetros analizados en las muestras pretratamiento y post-tratamiento. Los datos fueron registrados en una tabla de resultados utilizando el software Excel, considerando los parámetros establecidos en el Estudio de Calidad del Agua (ECA) según el D.S. N° 004-2017-MINAM. Posteriormente, estos datos fueron transferidos al software IBM SPSS v.24 para su análisis, y la interpretación de cada resultado obtenido se llevó a cabo mediante la generación de los gráficos respectivos.

3.6. Método de análisis de datos

En la presente tesis se utilizó dos tipos de métodos de estadística tanto descriptiva como inferencial, en lo que respecta al método estadísticos se realizó por medio de tablas y gráficos en ayuda con software como IBM SPSS v.24 (Statistical Package for Social Sciences) y Excel Microsoft; por otro lado, en la estadística inferencial se determinó de acuerdo a la normalidad a obtener.

3.7. Aspectos éticos

En este trabajo, se siguieron las pautas del CONCYTEC (Código Nacional de Integridad Científica), el código ético establecido por la universidad a través de la RCU N° 0531-2021-UCV. La estructura del estudio se fundamentó en la guía de productos de investigación N°062-2023-VI-UCV y la línea de investigación definida en el RCU N°200-2018-UCV. Asimismo, se empleó la norma ISO 690 para las referencias bibliográficas. Por último, se llevó a cabo un proceso de autenticidad mediante el software Turnitin, lo que posibilitó la detección de posibles casos de plagio en el proyecto.

IV. RESULTADOS

4.1. Parámetros físicos de las aguas antes y después de aplicar nanoburbujas de aire.

Es crucial evaluar la temperatura previa y posterior a la aplicación de nanoburbujas en humedales o cuerpos de agua similares ya que, la temperatura del agua desempeña un papel importante en diversos procesos biológicos y químicos en el entorno acuático, y el seguimiento de estas variaciones resulta fundamental para obtener datos esenciales sobre la efectividad del tratamiento.

Tabla 2. Temperatura de las aguas de los humedales de Santa Rosa

REPETICIÓN	TEMPERATURA INICIAL (°C)	TEMPERATURA DESPUÉS DEL TRATAMIENTO		
	MINUTO "0"	20 MINUTOS	40 MINUTOS	60 MINUTOS
M0	23.38			
PRIMERA REPETICIÓN (M1)		23.39	23.43	23.45
SEGUNDA REPETICIÓN (M2)		23.4	23.45	23.55
TERCERA REPETICIÓN (M3)		23.38	23.51	23.58
PROMEDIO		23.4	23.5	23.5

En la Tabla 2, se presentan los resultados del análisis de la temperatura, tanto antes como después del tratamiento, para el momento inicial (0 minutos) y las tres repeticiones en los intervalos de 20, 40 y 60 minutos, respectivamente. Los datos muestran una temperatura de 23.38 °C a los 0 minutos, con un promedio de 23.4 °C a los 20 minutos, 23.5 °C a los 40 minutos y nuevamente 23.5 °C a los 60 minutos.

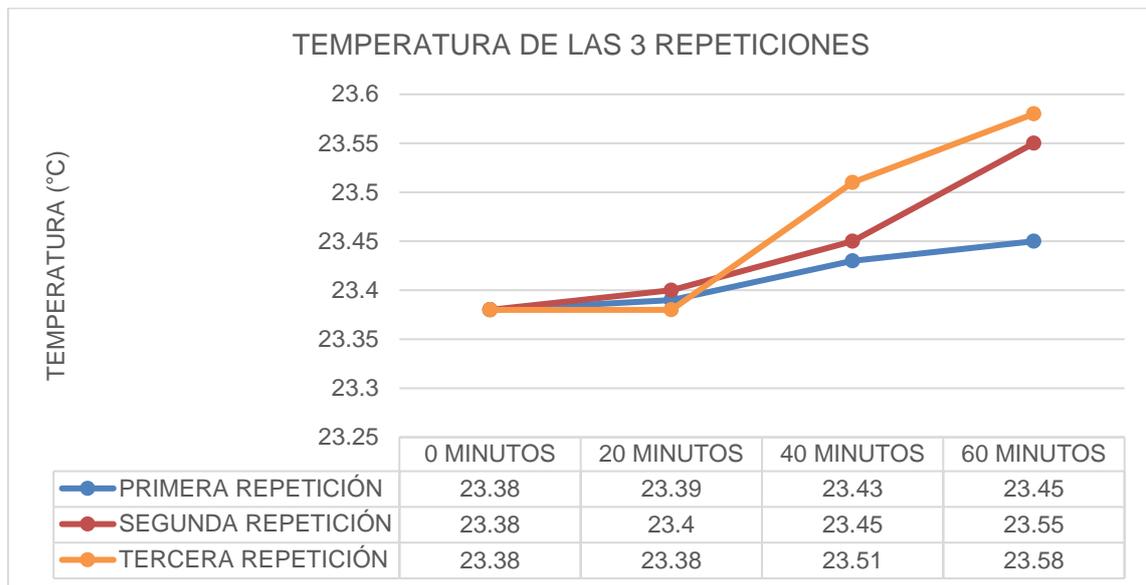


Figura 5. Temperatura de las 3 repeticiones

En la Figura 5, se aprecia que la temperatura en las tres repeticiones agrupadas muestra una leve variación tanto antes como después del tratamiento, sin cambios significativos en el parámetro mencionado. Además, no se observan alteraciones relevantes en los demás parámetros.

Tabla 3. Conductividad eléctrica de las aguas de los humedales de Santa Rosa

REPETICIÓN	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA INICIAL ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DESPUÉS DEL TRATAMIENTO ($\mu\text{s}/\text{cm}$)			ECA PARA AGUA DE CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA ($\mu\text{s}/\text{cm}$)
	MINUTO "0"	20 MINUTOS	40 MINUTOS	60 MINUTOS	
M0	1504				
PRIMERA REPETICIÓN (M1)		1532	1552	1562	2500
SEGUNDA REPETICIÓN (M2)		1610	1644	1656	2500
TERCERA REPETICIÓN (M3)		1619	1628	1668	2500
PROMEDIO		1587.0	1608.0	1628.7	2500

En la Tabla 3, se presenta los resultados de la conductividad eléctrica antes y después del tratamiento a lo largo de los intervalos de tiempo: 0, 20, 40 y 60 minutos. Inicialmente, la conductividad fue de 1504 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a los 0 minutos, aumentando a un promedio de 1587 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a los 20 minutos, 1608 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a los 40 minutos y alcanzando un promedio de 1628.7 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a los 60 minutos. Se comparó este valor final con el estándar de conductividad para agua (2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$), demostrando que está por debajo de dicho umbral.

En lugar de disminuir, la conductividad eléctrica experimenta un aumento, influenciado por diversos factores y condiciones específicas del sistema. Posibles causas de este fenómeno incluyen la introducción de iones, liberación de gases, interacciones con los materiales presentes o la ocurrencia de reacciones químicas secundarias. En resumen, la presencia de nanoburbujas de aire en el agua es responsable del aumento en la conductividad eléctrica, donde una mayor cantidad de nanoburbujas se traduce en una mayor conductividad eléctrica.

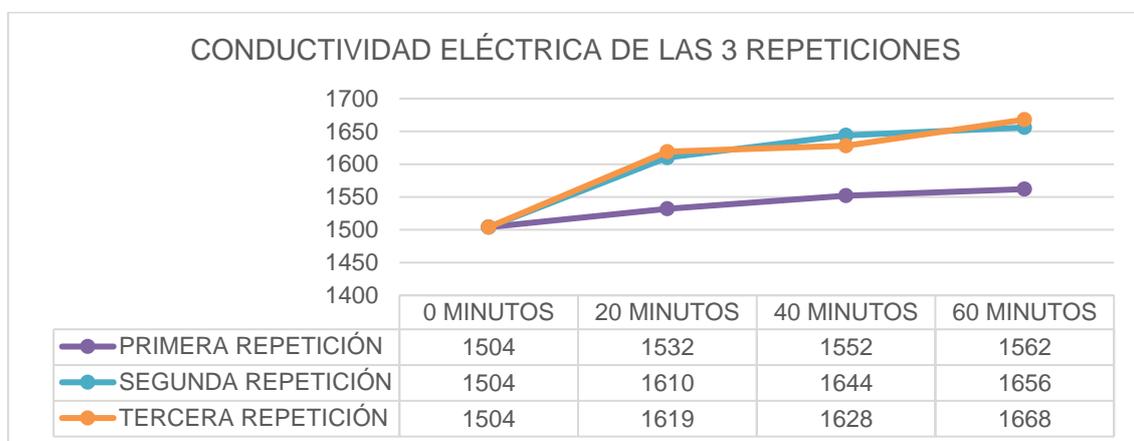


Figura 6. Conductividad eléctrica de las 3 repeticiones

En la Figura 6, se puede apreciar que la conductividad eléctrica de las tres repeticiones agrupadas experimenta un incremento tanto antes como después del tratamiento. Se observa un aumento significativo de la conductividad eléctrica a medida que se prolonga el tiempo de tratamiento con las nanoburbujas. Entre las tres repeticiones realizadas, la tercera repetición muestra el mayor aumento en la conductividad eléctrica. En el minuto 0, registra 1504 $\mu\text{S}/\text{cm}$; a los 20 minutos, alcanza los 1619 $\mu\text{S}/\text{cm}$; a los 40 minutos, llega a 1628 $\mu\text{S}/\text{cm}$; y a los 60 minutos, se eleva a 1668 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Tabla 4. Turbidez de las aguas de los humedales de Santa Rosa

REPETICIÓN	TURBIDEZ INICIAL (NTU)	TURBIDEZ DESPUÉS DEL TRATAMIENTO (NTU)		
	MINUTO "0"	20 MINUTOS	40 MINUTOS	60 MINUTOS
M0	499			
PRIMERA REPETICIÓN (M1)		249.2	52.6	48.1
SEGUNDA REPETICIÓN (M2)		128	46.4	30.5
TERCERA REPETICIÓN (M3)		225	43.1	23.9
PROMEDIO		200.7	47.4	34.2

La Tabla 4, presenta los resultados del análisis de turbidez antes y después del tratamiento en diferentes intervalos de tiempo (0, 20, 40 y 60 minutos). Los valores iniciales fueron de 499 NTU, disminuyendo a un promedio de 200.7 NTU a los 20 minutos, 47.4 NTU a los 40 minutos y 34.2 NTU a los 60 minutos.

La claridad del agua mejora al disminuir la turbidez, ya que las nanoburbujas eliminan las partículas en suspensión o estas se sedimentan en el lecho del cuerpo acuático, lo que contribuye a una mayor calidad del agua.

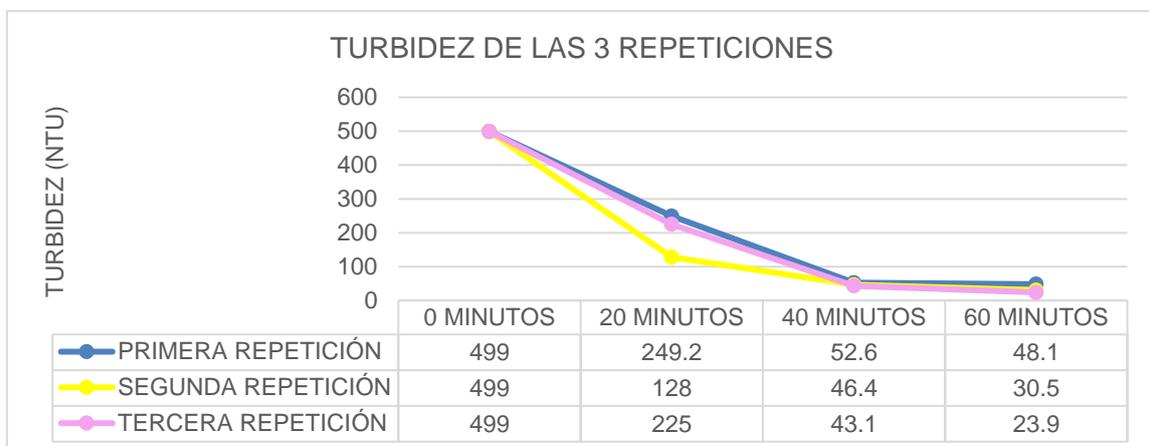


Figura 7. Turbidez de las 3 repeticiones

La Figura 7, muestra claramente una reducción significativa en la turbidez antes, durante y después del tratamiento, con una disminución pronunciada a medida que aumenta el tiempo de tratamiento. En las tres repeticiones realizadas, se observa una mayor disminución de la turbidez en la segunda y tercera repetición. Por ejemplo, en el minuto 0, la turbidez es de 499 NTU, mientras que a los 20 minutos disminuye a 128 y 225 NTU. A los 40 minutos, los valores son de 46.4 y 43.1 NTU, y a los 60 minutos, disminuyen aún más a 30.5 y 23.9 NTU, respectivamente.

4.2. Parámetros químicos de las aguas antes y después de aplicar nanoburbujas de aire.

Tabla 5. Potencial de hidrógeno de las aguas de los humedales de Santa Rosa

REPETICIÓN	pH INICIAL	pH DESPUÉS DEL TRATAMIENTO			ECA PARA AGUA DE pH
	MINUTO "0"	20 MINUTOS	40 MINUTOS	60 MINUTOS	
M0	6.29				
PRIMERA REPETICIÓN (M1)		6.7	6.92	7	6.5 a 8.5
SEGUNDA REPETICIÓN (M2)		6.83	7	7.11	6.5 a 8.5
TERCERA REPETICIÓN (M3)		6.88	6.98	7.01	6.5 a 8.5
PROMEDIO		6.8	7.0	7.0	6.5 a 8.5

La Tabla 5, presenta los resultados del análisis de pH previo y posterior al tratamiento, tanto en el minuto 0 como en las repeticiones a los 20, 40 y 60 minutos. A los 0 minutos, el pH fue de 6.29, aumentando a un promedio de 6.8 pH a los 20 minutos, 7 pH a los 40 minutos y manteniéndose en 7 pH a los 60 minutos. Se comparó este valor con el rango de pH recomendado para el agua (6.5 a 8.5 pH), encontrándose dentro de dicho rango a los 60 minutos. Se destaca que, gracias al tratamiento con nanoburbujas, todas las repeticiones alcanzaron el rango del ECA para agua desde el primer intervalo, ya que la muestra inicial (M0) con un pH de 6.29 estaba fuera de dicho rango.

El incremento en el valor del pH se atribuye a la formación de nanoburbujas, las cuales están vinculadas a la liberación de gases, como el oxígeno. La incorporación de oxígeno en el agua puede elevar la concentración de iones hidroxilo (OH-) mediante procesos químicos, lo que conlleva al aumento del pH.

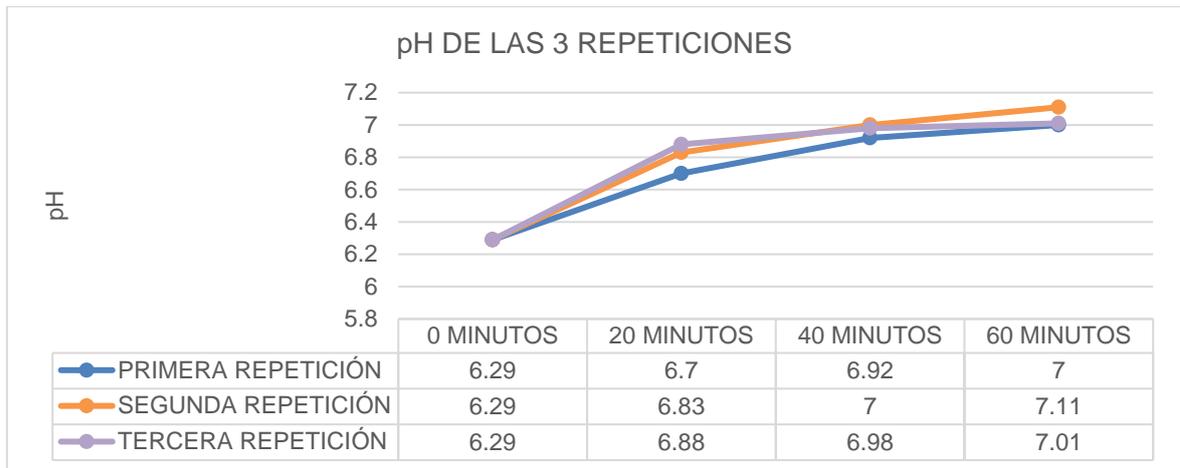


Figura 8. pH de las 3 repeticiones

En la Figura 8, se puede apreciar la variación del pH en tres repeticiones agrupadas, tanto antes como después del tratamiento. Se observa un leve aumento del pH, aunque no es estadísticamente significativo. Este aumento se hace más evidente con el tiempo de tratamiento utilizando nanoburbujas de aire. En las tres repeticiones realizadas, la segunda y tercera muestran un incremento mayor. A los 0 minutos, el pH es de 6.29; a los 20 minutos, alcanza 6.83 y 6.88 pH; a los 40 minutos, se sitúa en 7 y 6.98 pH; finalmente, a los 60 minutos, se registra un pH de 7.11 y 7.01, respectivamente.

Tabla 6. Demanda Química de Oxígeno de las aguas de los humedales de Santa Rosa

REPETICIÓN	DQO INICIAL (mg/L)	DQO DESPUÉS DEL TRATAMIENTO (mg/L)			ECA PARA AGUA DE DQO (mg/L)
	MINUTO "0"	20 MINUTOS	40 MINUTOS	60 MINUTOS	
M0	958.50				
PRIMERA REPETICIÓN (M1)		699.50	333.50	183.50	40
SEGUNDA REPETICIÓN (M2)		753.50	483.50	283.50	40
TERCERA REPETICIÓN (M3)		706.50	332.00	263.50	40
PROMEDIO		719.8	383.0	243.5	40
% DE REDUCCIÓN		24.9 %	60.0 %	74.6 %	

La Tabla 6, presenta los resultados del análisis de DQO antes y después del tratamiento, tanto en el inicio como en tres repeticiones a los 20, 40 y 60 minutos. Los valores iniciales fueron de 958.50 mg/L a los 0 minutos, con un promedio de 719.8 mg/L a los 20 minutos, 383.0 mg/L a los 40 minutos y 243.5 mg/L a los 60 minutos. Aunque se observa una reducción desde el inicio hasta el minuto 60, estos valores no cumplen con los estándares de calidad ambiental para el agua, según la normativa vigente.

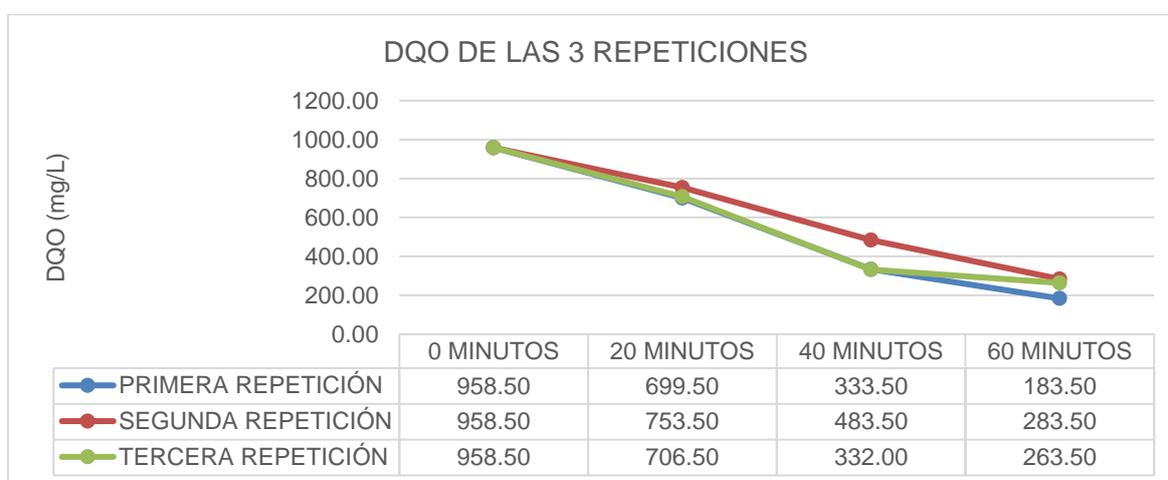


Figura 9. DQO de las 3 repeticiones

En la Figura 9, se puede observar una disminución significativa en el DQO antes y después del tratamiento para las tres repeticiones agrupadas. Esta reducción es más pronunciada con el aumento del tiempo de tratamiento utilizando nanoburbujas

de aire. En las repeticiones uno y tres, la disminución en el DQO es especialmente notable. A los 0 minutos, el valor es de 958.50 mg/L, disminuyendo a 699.50 mg/L y 706.50 mg/L a los 20 minutos, a 333.50 mg/L y 332.00 mg/L a los 40 minutos, y alcanzando valores de 183.50 mg/L y 263.50 mg/L a los 60 minutos, respectivamente.

Tabla 7. Demanda Biológica de Oxígeno de las aguas de los humedales de Santa Rosa

REPETICIÓN	DBO ₅ INICIAL (mg/L)	DBO ₅ DESPUÉS DEL TRATAMIENTO (mg/L)			ECA PARA AGUA DE DBO ₅ (mg/L)
	MINUTO "0"	20 MINUTOS	40 MINUTOS	60 MINUTOS	
M0	485.5				
PRIMERA REPETICIÓN (M1)		258.6	164.4	95.5	15
SEGUNDA REPETICIÓN (M2)		296.1	176.9	83	15
TERCERA REPETICIÓN (M3)		283.5	151.9	89.3	15
PROMEDIO		279.4	164.4	89.3	15
% DE REDUCCIÓN		42.5 %	66.1 %	81.6 %	

La Tabla 7, presenta los resultados del análisis de DBO₅ antes y después del tratamiento, evaluados en los intervalos de tiempo de 0, 20, 40 y 60 minutos. Los niveles de DBO₅ fueron de 485.5 mg/L en el inicio, un promedio de 279.4 mg/L a los 20 minutos, un promedio de 164.4 mg/L a los 40 minutos y 89.3 mg/L a los 60 minutos. Aunque se observa una disminución de la concentración inicial a la de 60 minutos, es importante destacar que estos valores superan los límites establecidos por las normas de calidad del agua, indicando que no se cumple con los estándares establecidos.

La disminución significativa del DBO₅ se atribuye a la capacidad de las nanoburbujas para favorecer la oxidación de la materia orgánica en el agua. Esto sugiere que la generación de oxígeno activo durante la formación y ruptura de las burbujas acelera la oxidación de compuestos orgánicos, disminuyendo la presencia de materia orgánica que contribuiría a la DBO₅.

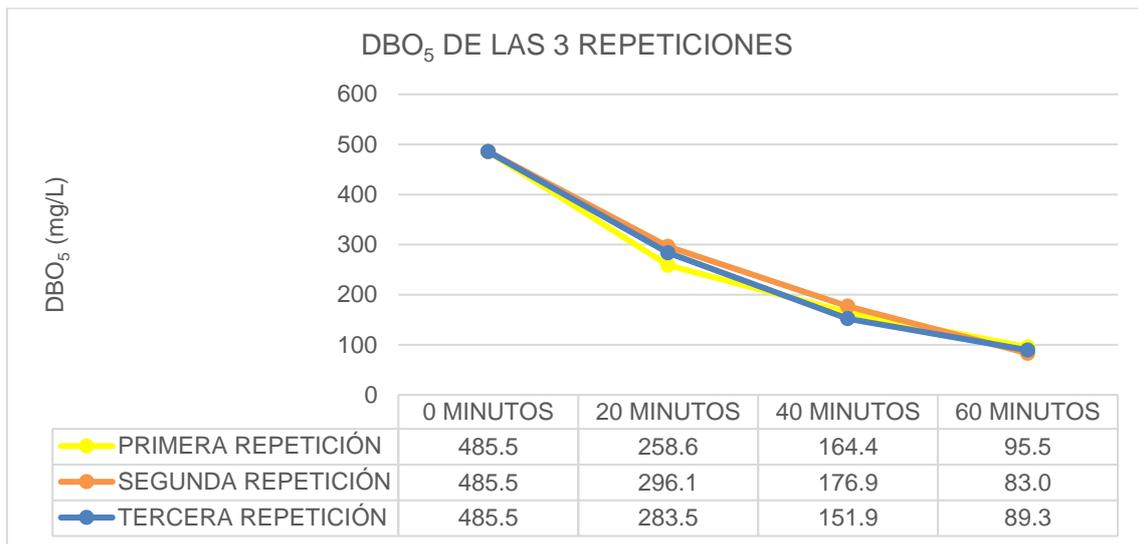


Figura 10. DBO₅ de las 3 repeticiones

En la Figura 10, se evidencia una disminución significativa del DBO₅ en las tres repeticiones agrupadas antes y después del tratamiento con nanoburbujas de aire. Esta reducción es más pronunciada con el aumento del tiempo de tratamiento. La segunda repetición destaca por la mayor disminución de DBO₅, mostrando valores de 485.5 mg/L a los 0 minutos, 296.1 mg/L a los 20 minutos, 176.9 mg/L a los 40 minutos y 83.0 mg/L a los 60 minutos.

4.3. Parámetro microbiológico de las aguas antes y después de aplicar nanoburbujas de aire.

Tabla 8. Coliformes Totales de las aguas de los humedales de Santa Rosa

REPETICIÓN	COLIFORMES TOTALES (UFC)	COLIFORMES TOTALES DESPUÉS DEL TRATAMIENTO (UFC)		
	MINUTO "0"	20 MINUTOS	40 MINUTOS	60 MINUTOS
M0	4 x 10 ³			
PRIMERA REPETICIÓN (M1)		0	0	0
SEGUNDA REPETICIÓN (M2)		0	0	0
TERCERA REPETICIÓN (M3)		0	0	0
PROMEDIO		0.0	0.0	0.0
% DE REDUCCIÓN		100%	100%	100%

La Tabla 8, muestra los resultados del análisis de Coliformes Totales antes y después del tratamiento, tanto en el minuto 0 como en las repeticiones a los 20, 40 y 60 minutos. Los resultados iniciales revelaron una concentración de 4×10^3 UFC a los 0 minutos. Sin embargo, en las repeticiones posteriores a los 20, 40 y 60 minutos, se obtuvo un valor de 0 en las tres repeticiones, indicando la completa eliminación de la contaminación fecal inicial. Estos hallazgos destacan la efectividad del sistema con nanoburbujas aplicado.

4.4. Características de las nanoburbujas.

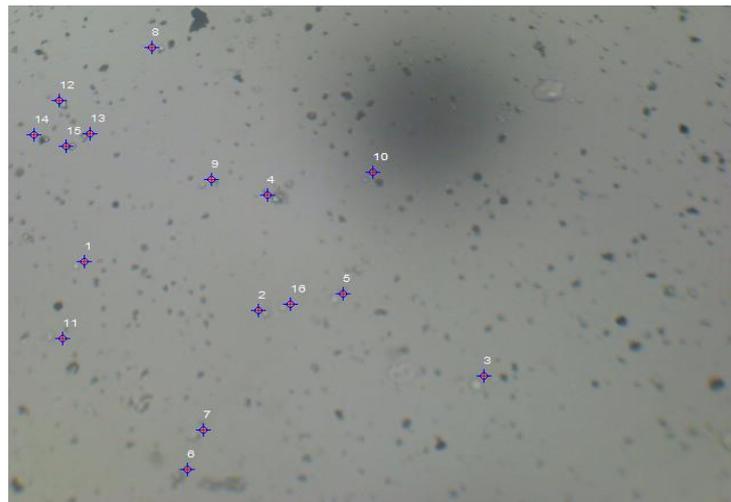


Figura 11. Imagen con el conteo de la cantidad de nanoburbujas por gota.

El número de nanoburbujas en una gota es de 16 aproximadamente, esto según lo observado en el microscopio en conjunto con el software Digital Cam.

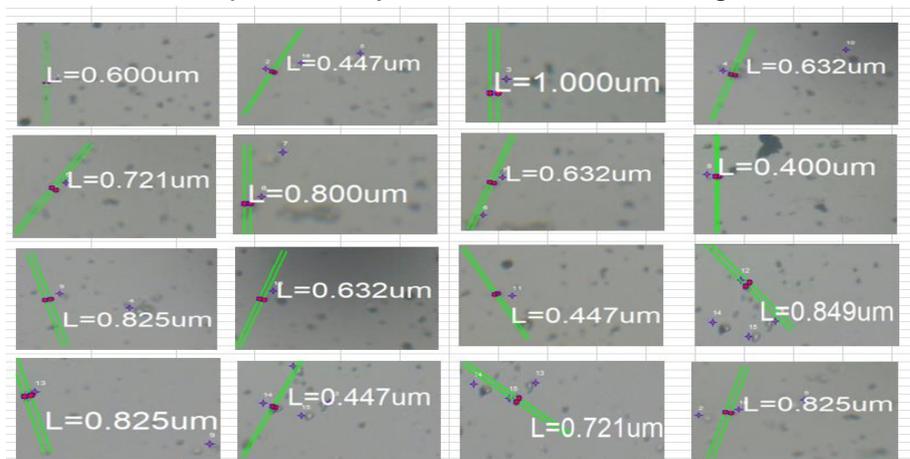


Figura 12. Diámetro de la nanoburbuja (um)

En la Figura 12 se observa las imágenes con la medición respectiva en micrómetros, una vez que se hizo todas las mediciones se procedió a convertirlas a unidad de medida en nanómetros multiplicando el valor obtenido por 1000. Como dato importante tenemos que el software Digital Cam solo permite que se registren las medidas que son mayores a 1 micrómetro.

Tabla 9. Diámetro de las nanoburbujas (nm)

CANTIDAD DE NANOBURBUJAS EN UNA GOTA	DIÁMETRO DE LA NANOBURBUJA (um)	DIÁMETRO DE LA NANOBURBUJA (nm)
1	0.600	600
2	0.447	447
3	1.000	1000
4	0.632	632
5	0.721	721
6	0.800	800
7	0.632	632
8	0.400	400
9	0.825	825
10	0.632	632
11	0.447	447
12	0.849	849
13	0.825	825
14	0.447	447
15	0.721	721
16	0.825	825
TOTAL	16	PROMEDIO
		675

En la Tabla 9, se presentan los resultados referentes al tamaño de cada nanoburbuja en nanómetros, información que resulta esencial para la posterior evaluación de tanto la presión interna como la velocidad de ascenso.

Una vez establecido el diámetro, se procedió a calcular la velocidad de ascenso mediante la ecuación (1) y la presión interna mediante la ecuación (2), respectivamente.

Velocidad de ascenso

$$V = \frac{pgd^2}{18u} \dots (1)$$

Dónde:

$$V = \text{velocidad de ascenso} = 2.47 \times 10^{-7} \text{ m/s}$$

$$\rho = \text{densidad del líquido} = 998.2 \text{ kg/m}^3$$

$$g = \text{aceleración gravitacional} = 9.8 \text{ m/s}^2$$

$$d = \text{diámetro de la nanoburbuja} = 675 \text{ nm} = 6.75 \times 10^{-7} \text{ m}$$

$$u = \text{Viscosidad del líquido} = 1.003 \times 10^{-3} \text{ kg/ms}$$

Desarrollo:

$$V = \frac{\rho g d^2}{18 u}$$

$$V = \frac{998.2 \text{ kg/m}^3 \times 9.8 \text{ m/s}^2 \times (6.75 \times 10^{-7} \text{ m})^2}{18 \times 1.003 \times 10^{-3} \text{ kg/ms}}$$

$$V = 2.46875361 \times 10^{-7} \text{ m/s}$$

Redondeando sería $2.47 \times 10^{-7} \text{ m/s}$ para la velocidad de ascenso.

Presión de la nanoburbuja

$$P_{nb} = P_l + \frac{4\sigma}{d_{nb}} \dots (2)$$

Dónde:

$$P_{nb} = \text{presión interna de la nanoburbuja} = P_{nb} = 8.64 \text{ atm}$$

$$P_l = \text{presión del líquido} = p \cdot g \cdot h = 998.2 \text{ kg/m}^3 \times 9.8 \text{ m/s}^2 \times 0.45 \text{ m} = 4.34 \text{ atm}$$

$$\sigma = \text{Tensión superficial líquido} = 0.0728 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

$$d_{nb} = \text{Diámetro de la nanoburbuja} = 675 \text{ nm} = 6.75 \times 10^{-7} \text{ m}$$

$$P_{nb} = 4.34 \text{ atm} + \frac{4 \times 0.0728 \frac{\text{N}}{\text{m}}}{6.75 \times 10^{-7} \text{ m}}$$

$$P_{nb} = 4.34 \text{ atm} + 431407 \text{ N/m}^2$$

$$P_{nb} = 4.34 \text{ atm} + 4.30$$

$$P_{nb} = 8.64 \text{ atm}$$

Redondeando sería 8.6 atm para la presión de la nanoburbuja.

V. DISCUSIÓN

5.1. Parámetros físicos

Mamani (2022) condujo un estudio en el distrito de Parcona, Ica en el 2022, similar a mi proyecto de investigación. En mi investigación, la temperatura promedio a los 60 minutos fue de 23.5 °C, en contraste con los 20.7 °C obtenidos por Mamani. En cuanto a la conductividad eléctrica, registré un valor más alto en el M3T60 (1628.7 $\mu\text{S/cm}$), mientras que Mamani obtuvo 431 $\mu\text{S/cm}$ en el mismo período. Estos resultados sugieren que, si un material exhibe mayor conductividad eléctrica que en el instante inicial (tiempo 0), indica una mejora en su capacidad para conducir la electricidad a lo largo del tiempo. Este aumento podría deberse a diversos factores, como tratamientos específicos, modificaciones en la estructura del material o variaciones ambientales. La mayor conductividad también sugiere una reducción de contaminantes iónicos, lo cual es beneficioso para la eliminación de contaminantes del agua y mejora la pureza del agua al controlar la adición de iones.

En una investigación previa, GAO YUE et al. (2019) exploraron métodos para mejorar el tratamiento de ozonización mediante microburbujas, evaluando la eficacia del saneamiento de aguas residuales de un río. En mi estudio, utilicé nanoburbujas para mejorar las propiedades químicas, físicas y microbiológicas de las aguas de los humedales de Santa Rosa. El uso de nanoburbujas de aire resultó en una significativa disminución de las concentraciones, reduciendo sedimentos y turbidez, mejorando así la claridad y calidad estética del cuerpo de agua.

Por otro lado, LEVITSKY et al. (2022) investigaron el potencial de los flujos de micro y nanoburbujas (MNB) en el tratamiento de agua potable y residual. Analizaron definiciones básicas, técnicas analíticas avanzadas y métodos de creación de burbujas, así como la aplicación de principios de ingeniería. Similar a mi investigación, señalaron que las nanoburbujas, debido a su tamaño reducido, poseen propiedades únicas que les permiten interactuar eficientemente con contaminantes orgánicos, generando altas presiones y temperaturas locales al colapsar, facilitando la descomposición de compuestos orgánicos. Además, pueden alterar las propiedades superficiales de los materiales, facilitando la separación y eliminación de la carga orgánica.

5.2. Parámetros químicos

En su estudio, TRAORE y Ye (2019) se centraron en la reducción de lodos mediante ozonización, utilizando una tecnología que incluía aireación con catalizadores y microburbujas. Además, incorporaron H₂O₂ para reducir la cantidad de ozono y mejorar la biodegradabilidad de los lodos. Según sus resultados, se observaron efectos en el pH de los lodos durante la ozonificación con micro y nanoburbujas. En contraste, en nuestra investigación, las nanoburbujas desempeñaron un papel crucial al mantener el pH dentro del rango establecido por el ECA para agua, contribuyendo así al cumplimiento de las normativas vigentes.

GAO YUE et al. (2019) lograron notables niveles de eliminación, alcanzando un 37,50% en la demanda química de oxígeno (DQO), un 81,15% en UV₂₅₄ y un 94,74% en UV₄₀₀. Estos resultados subrayan la eficacia de combinar ozonización con la técnica UV/microburbujas para el tratamiento avanzado de aguas residuales. Según el estudio, la aplicación conjunta de ozonización y la técnica UV/microburbujas constituye un enfoque altamente efectivo para el tratamiento avanzado de aguas residuales, especialmente en la eliminación de componentes refractarios y en el proceso de mejorar la pureza o excelencia del agua. En contraste, en nuestra investigación actual, a pesar de la disminución del valor inicial de DQO después del tratamiento, aún no se alcanzaron los estándares del ECA para el agua en cuanto a DQO. En el minuto 60, el promedio fue de 243.5 mg/L, lo que representa un exceso de 203.5 mg/L sobre el límite permitido de 40 mg/L. En el caso de DBO₅, aunque se observó una disminución significativa desde el valor inicial de 485.50 mg/L hasta 89.3 mg/L en el minuto 60, aún no se logró cumplir con el estándar del ECA para el agua, establecido en 15 mg/L.

AGUILAR (2016) llevó a cabo una investigación con el objetivo de eliminar el material orgánico, medido en términos de DBO₅ y DQO, generado por el proceso de pelambre en una curtiembre. Además, se examinaron las características físico-químicas del efluente antes y después de la aplicación del tratamiento con micro-nano burbujas. Se tomaron muestras del efluente producido durante el proceso de pelambre, utilizando volúmenes de 200, 400 y 800 mL, designadas como M1, M2 y M3 respectivamente, las cuales fueron colocadas en tres recipientes de 2000 mL. El diámetro de las micro-nano burbujas resultó ser de 7 µm. Los resultados revelaron las mayores reducciones porcentuales en DQO, con un 66.17% en la

muestra M2 y un 69.41% en la muestra M1 para el parámetro DBO5. Además, se registró un 98.57% de reducción en SST en la muestra M2. Por otro lado, nuestra investigación actual indica una disminución significativa en DQO antes y después del tratamiento, siendo más pronunciada con el aumento del tiempo de tratamiento con las nanoburbujas de aire. De las tres repeticiones realizadas, la segunda repetición mostró la mayor disminución en DBO5, siendo de 485.5 mg/L en el minuto 0, 296.1 mg/L en el minuto 20, 176.9 mg/L en el minuto 40 y 83.0 mg/L en el minuto 60. Mientras tanto, en DQO, la disminución es más notoria a mayor tiempo de tratamiento con las nanoburbujas de aire. En las repeticiones uno y tres, la disminución fue más evidente, siendo de 958.50 mg/L en el minuto 0, 699.50 mg/L y 706.50 mg/L en el minuto 20, y 333.50 mg/L y 332.00 mg/L en el minuto 40, para finalizar en 183.50 mg/L y 263.50 mg/L en el minuto 60, respectivamente.

5.3. Parámetro microbiológico

KYZAS (2019), nos indica las nanoburbujas son extremadamente diminutas, siendo este inferior a los 100 nanómetros, cuentan con carga eléctrica, lo cual le permite mantenerse en el agua durante largos períodos debido a su diminuto tamaño. Por lo que en la presente investigación se observan los resultados obtenidos en el análisis de Coliformes Totales antes y después del tratamiento, en el minuto 0 y en las 3 repeticiones en los intervalos de tiempo 20, 40 y 60 minutos respectivamente, teniendo como resultados a los 0 minutos 4×10^3 UFC, a los 20, 40 y 60 minutos en las 3 repeticiones dio un valor de 0, lo que nos indica que la contaminación fecal presente al inicio fue eliminada por completo, teniendo así como resultado la efectividad de aplicar un sistema con nanoburbujas.

5.4. Características de las nanoburbujas

Baram (2022), nos dice que las nanoburbujas suelen tener un diámetro en el rango de 1 a 1000 nanómetros. Su pequeño tamaño puede influir en propiedades como la estabilidad, la solubilidad y la interacción con superficies. Mientras que en mi investigación tuve un diámetro de 675 nm lo cual está dentro del rango de tamaño, por otro lado, obtuve una velocidad de ascenso de $2.47 \times 10^{-7} m/s$ lo cual nos indica que las nanoburbujas pueden ascender más lentamente que las burbujas de mayor tamaño debido a fuerzas de arrastre más significativas en el líquido. Y por último una presión interna de la nanoburbuja de $8.64 atm$. lo que nos indica

que la alta presión interna puede afectar la estabilidad y la duración de las nanoburbujas.

Mi proyecto es diferente al resto ya que la mayoría que ha sido publicado han sido en tratamientos de aguas residuales industriales, tratamiento de aguas domésticas, entre otros y muy pocos han tratado una reserva natural como lo es los humedales de santa rosa esto con respecto al lugar y con respecto al método que es la aplicación de nanoburbujas, es una tecnología no invasiva ya que no se utiliza máquinas y equipos no muy costoso.

VI. CONCLUSIONES

- La aplicación de nanoburbujas de aire en los humedales de Santa Rosa de Chancay tuvo efectos variables en los parámetros físicos del agua. Aunque la temperatura no mostró cambios significativos, la conductividad eléctrica aumentó debido a la mayor presencia de nanoburbujas. A pesar de este aumento, los valores promedio (1628.7 $\mu\text{S}/\text{cm}$) se mantuvieron por debajo del límite permitido (2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$). La turbidez, en cambio, experimentó una considerable reducción, evidenciando la eficacia de las nanoburbujas en eliminar partículas en suspensión y mejorar la claridad del agua.
- La aplicación de nanoburbujas de aire en los humedales de Santa Rosa de Chancay aumentó el pH debido a la liberación de gases como el oxígeno. Aunque la DQO disminuyó después del tratamiento, no cumplió con la norma ECA, alcanzando un promedio de 243.5 mg/L a los 60 minutos, 203.5 mg/L por encima del límite de 40 mg/L. El valor inicial del DBO_5 de 485.50 mg/L se redujo significativamente a 89.3 mg/L en 60 minutos, pero aún excedió el límite establecido de 15 mg/L. La generación de oxígeno activo aceleró la oxidación de compuestos orgánicos, reduciendo la materia orgánica contribuyente a la DBO_5 .
- La concentración del parámetro microbiológico de las aguas de los humedales de Santa Rosa de Chancay antes y después de aplicar nanoburbujas de aire, en el caso de los coliformes totales se ve una gran eficiencia al utilizar las nanoburbujas ya que nos indica que la contaminación fecal presente al inicio fue eliminada por completo, teniendo, así como resultado la efectividad de aplicar un sistema con nanoburbujas.
- Las características de las nanoburbujas presentes en el tratamiento fueron que la nanoburbuja tiene un diámetro de 675 nm, obteniendo consigo una velocidad de ascenso de $2.47 \times 10^{-7} \text{ m}/\text{s}$ y una presión interna de la nanoburbuja de 8.64 atm. Las nanoburbujas, debido a su tamaño reducido, tienen propiedades únicas que les permiten interactuar eficientemente con los contaminantes orgánicos, lo cual pueden generar altas presiones y temperaturas locales al colapsar, lo que facilita la descomposición de compuestos orgánicos. Además, de alterar las propiedades superficiales de los materiales, facilitando la separación y eliminación de la carga orgánica.

VII. RECOMENDACIONES

- Antes de introducir el empleo de nanoburbujas, resulta fundamental llevar a cabo un análisis detallado de la calidad del agua que se pretende tratar. Este análisis permitirá determinar la capacidad de las nanoburbujas para abordar problemas específicos, tales como la eliminación de contaminantes o la mejora de la oxigenación.
- Es crucial definir de manera precisa los objetivos que se buscan lograr mediante la utilización de nanoburbujas. Estos objetivos pueden variar desde la desinfección del agua hasta la eliminación de contaminantes orgánicos o inorgánicos, así como la mejora de la calidad del agua para fines industriales, agrícolas o domésticos.
- Es recomendable evaluar las necesidades específicas de la aplicación en cuestión. Por ejemplo, en la agricultura, las nanoburbujas podrían mejorar la eficiencia del riego y la absorción de nutrientes por las plantas, mientras que en el tratamiento de aguas residuales podrían contribuir a la descomposición de contaminantes.
- Antes de llevar a cabo una implementación a gran escala, se aconseja realizar pruebas piloto en condiciones controladas para evaluar la eficacia de las nanoburbujas en situaciones particulares. Esto facilitará la identificación de posibles desafíos y permitirá ajustar el proceso según sea necesario.
- Es imperativo garantizar que el proceso de generación y aplicación de nanoburbujas sea seguro tanto para los operadores como para el entorno. Esto implica cumplir con las normativas y medidas de seguridad pertinentes.
- Establecer sistemas de monitoreo continuo es esencial para evaluar la efectividad a lo largo del tiempo y realizar ajustes según sea necesario. La monitorización constante garantiza un tratamiento efectivo y sostenible del agua.

REFERENCIAS

- AGUILAR, Giselly. Remoción de materia orgánica proveniente del proceso de pelambre utilizando micro - nano burbujas en la curtiembre San Pedro, Ate Vitarte, Lima, 2016 [en línea]. Tesis (título profesional de Ingeniería ambiental) Lima: Universidad César Vallejo, 2016 [Fecha de consulta: 18 de mayo de 2023]. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12692/71372>
- AGARWAL, Ashutosh., NG, Wun y LIU, Yu. Principle and applications of microbubble and nanobubble technology for water treatment. *Chemosphere* [en línea]. 2011, v. 84, n.º9. [Fecha de consulta: 15 de mayo de 2023]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2011.05.054> ISSN 0045-6535.
- ALHESHIBRI, Muidh y CRAIG, Vincent. Generation of nanoparticles upon mixing ethanol and water; Nanobubbles or Not?. *Journal of Colloid and Interface Science* [en línea]. Abril 2019, v. 542. [Fecha de consulta: 28 de mayo de 2023]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.jcis.2019.01.134>. ISSN 0021-9797.
- ALQUWAIZANY, Abdulaziz., HUSSAIN, Ghulam y AL-ZARAH, Abdullah. Changes in physico-chemical composition of wastewater by growing Phragmites australis and Typha latifolia in an arid environment in Saudi Arabia. *Environmental Science and Pollution Research* [en línea]. Febrero 2022, v. 29. [Fecha de consulta: 18 de mayo de 2023]. Disponible en <https://doi.org/10.1007/s11356-021-18369-3> ISSN 1614-7499.
- ÁLVAREZ, Fiorela y RIOS, Luis. Revisión sistemática y meta-análisis sobre el uso de carbón activado para la adsorción de antibióticos en aguas residuales. Tesis (Titulado en Ingeniería Ambiental). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2020. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/59811>

ARIAS, Fidas. El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica [en línea]. Caracas - Venezuela: Episteme, 2006, v. 83. [Fecha de consulta: 18 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2019/02/EI-proyecto-de-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf-1.pdf> ISBN: 980-07-8529-9

AZUMA, T., OTOMO, K., KUNITOU, M., SHIMIZU, M., HOSOMARU, K., MIKATA, S., MINO, Y. y HAYASHI, T. Removal of pharmaceuticals in water by introduction of ozonated microbubbles. Separation and Purification Technology [en línea]. 2 de Agosto del 2019. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1383586618324195>. ISSN 18733794.

BARAM, S., WEINSTEIN, M., EVANS, J.F., BEREZKIN, A., SADE, Y., BEN-HUR, M., BERNSTEIN, N. y MAMANE, H., 2022. Drip irrigation with nanobubble oxygenated treated wastewater improves soil aeration. Scientia Horticulturae, vol. 291. ISSN 03044238. DOI 10.1016/j.scienta.2022.110550. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304423821006579>

BALAIRÓN PÉREZ, Luis. Gestión de recursos hídricos. Edicions UPC, 2021. Disponible en: <https://mdx.cat/handle/2099.3/36178>

BARRIENTOS MINAYA, Miguel Angel; SALAS ALLER, Alexander. Tratamiento de aguas residuales mediante la aplicación de micro-nanoburbujas: Revisión sistemática. 2022. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/99389>

BATAGODA, J.H., HEWAGE, S.D.A. y MEEGODA, J.N. Nano-ozone bubbles for drinking water treatment. Journal of Environmental Engineering and Science. Noviembre del 2018. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/329103025_NanoOzone_Bubbles_for_Drinking_Water_Treatment ISSN 1496256X.

CAPODAGLIO *et al.* Artículo de Investigación [En línea]. Opole: Opole University of Technology, 2017. [Fecha de Consulta: 18 de Mayo del 2023]. Disponible en: https://www.e3sconferences.org/articles/e3sconf/pdf/2017/07/e3sconf_eems_2017_02014.pdf

- CRUZ, Rudy; FLORES, Jhonny Valverde. Reduction of coliforms presents in domestic residual waters by air-ozone micro-nanobubbles in Carhuaz city, Perú. *Journal of Nanotechnology*, 2017, vol. 1, no 1, p. 9-17. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/19502/CHEMICAL%20ENGINEERING_VALVERDE%20FLORES_.pdf?sequence=1&isAllowed=y ISSN 2522-6908
- FAN, M., TAO, D., HONAKER, R. y LUO, Z., 2020. Nanobubble generation and its application in froth flotation (part I): nanobubble generation and its effects on properties of microbubble and millimeter scale bubble solutions. *Mining Science and Technology [en línea]*, vol. 20, no. 1, pp. 1-19. ISSN 16745264. Disponible en: [http://dx.doi.org/10.1016/S1674-5264\(09\)60154-X](http://dx.doi.org/10.1016/S1674-5264(09)60154-X)
- FAN, Wei, et al. Solubilization and stabilization for prolonged reactivity of ozone using micro-nano bubbles and ozone-saturated solvent: A promising enhancement for ozonation. *Separation and Purification Technology*, 2020, vol. 238, p. 116484. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2020.116484>
- GAO, Yue *et al.* Intensifying ozonation treatment of municipal secondary effluent using a combination of microbubbles and ultraviolet irradiation. *Environmental Science and Pollution Research [en línea]*. Mayo 2019, v. 26, n.º21. [Fecha de consulta: 8 de mayo de 2023]. Disponible en <https://doi.org/10.1007/s11356-019-05554-8> ISSN 1614-7499
- García, P, & Valverde Flores, J. (2017). Reducción de metales en efluentes de planta de producción mediante la aplicación de Micro-Nanoburbujas de aire en una fábrica de Baterías de Plomo Ácido del distrito de Puente Piedra, Lima. *Revista de Nanotecnología*, 1 (1), 1–8. Obtenido de <https://journals.cincader.org/index.php/nanoj/article/view/4>
- GASTAÑAGA, Maria del Carmen. Agua, saneamiento y salud. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública [en línea]*. 2018, v. 35, n.º 2. [Fecha de consulta: 9 de junio de 2023]. Disponible en <https://www.scielosp.org/article/rpmesp/2018.v35n2/181-182/es/> ISSN 1726-4642

HAN, Zhenyao *et al.* Arsenic (III) oxidation and removal from artificial mine wastewater by blowing O₂ nanobubbles. *Journal of Water Process Engineering* [en línea]. Junio 2022, v. 47. [Fecha de consulta: 20 de junio de 2023]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2022.102780> ISSN 2214-7144.

HARIS, Sabeera *et al.* The use of micro-nano bubbles in groundwater remediation: A comprehensive review. *Groundwater for Sustainable Development* [en línea]. Octubre 2020, v. 11. [Fecha de consulta: 23 de junio de 2023]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.gsd.2020.100463> ISSN 2352-801X.

HE, Qiongqiong *et al.* Improved removal of Congo Red from wastewater by low-rank coal using micro and nanobubbles. *Fuel* [en línea]. Mayo 2021, v. 291. [Fecha de consulta: 10 de junio de 2023]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2020.120090> ISSN 0016-2361.

HERNÁNDEZ, Roberto *et al.* Metodología de la investigación científica [en línea]. 5.ta ed. México D.F.: Mc Graw Hill, 2010 [Fecha de consulta: 10 de junio de 2023]. Disponible en: <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf> ISBN: 978-607-15-0291-9

HU, Liming y XIA, Zhiran. Application of ozone micro-nano-bubbles to groundwater remediation. *Journal of Hazardous Materials* [en línea]. Enero 2018, v. 342. [Fecha de consulta: 14 de junio de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2017.08.030> ISSN 0304-3894.

Humedal Santa Rosa viene sufriendo afectaciones tras construcción del Mega Puerto de Chancay [en línea]. (2021, noviembre 16). Huaral en línea: Portal de Noticias provincia de Huaral, Lima - Perú - Huaral, Chancay. Disponible en <https://hualenlinea.com/2021/11/16/humedal-santa-rosa-viene-sufriendo-afectaciones-tras-construccion-del-mega-puerto-de-chancay/>

JANG, Jae Kyung *et al.* The Effect of the Reaction Time Increases of Microbubbles with Catalyst on the Nitrogen Reduction of Livestock Wastewater. *Journal of Korean Society of Environmental Engineers* [en línea]. Enero 2015, v. 37. [Fecha de consulta: 28 de junio de 2023]. Disponible en <https://doi.org/10.4491/KSEE.2015.37.1.69> ISSN 1225-5025.

KYZAS, George *et al.* Nanobubbles effect on heavy metal ions adsorption by activated carbon. *Chemical Engineering Journal* [en línea]. Enero 2019, v. 356. [Fecha de consulta: 18 de junio de 2023]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.cej.2018.09.019> ISSN 1385-8947

LEVITSKY, Inna., TAVOR, Dorith y GITIS, Vitaly. Micro and nanobubbles in water and wastewater treatment: A state-of-the-art review. *Journal of Water Process Engineering* [en línea]. Junio 2022, v. 47. [Fecha de consulta: 8 de junio de 2023]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2022.102688>. ISSN 2214-7144.

MACASSI, Giuliana. Comportamiento del sistema de nanoburbujeo en el tratamiento para reducir los niveles de contaminación de aguas residuales domésticas de la provincia de Concepción, 2017. Disponible en: <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/3777/Macassi%20Allasi.pdf>

MAMANI, Miguel y RIMARACHIN, Diego. *Aplicación de nano burbujas de aire para el tratamiento de las aguas servidas vertidas en el cauce la Achirana, en el distrito de Parcona, Ica 2022* [en línea]. 2022. [Fecha de consulta: 8 de junio de 2023]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/106770>

MENENDEZ, Deessiree. Eficiencia de las micro - nano burbujas de ozono-aire para mejorar la calidad de las aguas residuales hospitalarias, 2017. Tesis (Pregrado de ingeniero ambiental). Lima: Universidad César Vallejo, 2017. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/3568>

MICHAILIDI, Elisavet D. *et al.* Fundamentals and applications of nanobubbles. En: *Advanced Low-Cost Separation Techniques in Interface Science* [en línea]. Elsevier, 2019. [Fecha de consulta: 8 de junio de 2023]. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780128141786000042?via%3Dihub> ISBN 9780128141786.

MORIKAWA, M. (2012). "El defensor del sitio que a nadie le importa cuidar porque no se parece a una laguna azul". Recuperada de: [https://www2.congreso.gob.pe/sicr/comisiones/2012/com2012ciencia.nsf/0/0e4a37d3270f8de105257acd006e78c3/\\$FILE/Resumen_proyecto.pdf](https://www2.congreso.gob.pe/sicr/comisiones/2012/com2012ciencia.nsf/0/0e4a37d3270f8de105257acd006e78c3/$FILE/Resumen_proyecto.pdf)

RAMIREZ, Damaso W.; APONTE, Hector; CANO, Asuncion. Flora vascular y vegetación del humedal de Santa Rosa (Chancay, Lima). *Revista Peruana de Biología*, 2010, vol. 17, no 1, p. 105-110. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1727-99332010000100012&script=sci_arttext

TRAORE, Mory *et al.* Enhanced Oil Removal and Reduction of Activated Sludge by Ozonation Efficiency of a New Microbubble Generator. *SSRN Electronic Journal* [en línea]. Abril 2022. [Fecha de consulta: 9 de mayo de 2023]. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/359315263_IRJET-Improvement_of_Sludge_Reduction_Efficiency_of_Ozonation_by_Microbubble_Aeration_Technology_and_Catalysis_IRJET_Journal_Improvement_of_Sludge_Reduction_Efficiency_of_Ozonation_by_Microbubble_Aera ISSN 1556-5068.

NÚÑEZ, Thalia. Tratamiento de aguas residuales de una Embotelladora de Bebidas Carbonatadas aplicando nanoburbujas de aire. Tesis (pregrado en ingeniería ambiental). Lima: Universidad cesar Vallejo, 2019. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/32303><http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/32303>

REYES, Romulo y VALVERDE, Jhonny. Efficiency Of Micro-Nanobubbles for Wastewater Treatment in Puerto Bermúdez, Oxapampa, Pasco. *Journal of Nanotechnology* [en línea]. Enero 2017, v. 1. [Fecha de consulta: 20 de mayo de 2023]. Disponible en <https://journals.cincader.org/index.php/nanoj/article/view/6> ISSN 2522-6908.

SAMPIERI, H. Metodología de la investigación [en línea]. Mc Graw-Hill Interamericana. México, D. F., 2003. [Fecha de consulta: 1 de julio de 2023]. Disponible en: <http://metodos-comunicacion.sociales.uba.ar/wp-content/uploads/sites/219/2014/04/Hernandez-Sampieri-Cap-1.pdf>

SHARMA, Rajni et al. Conventional and advanced techniques of wastewater monitoring and treatment. En: Green Sustainable Process for Chemical and Environmental Engineering and Science [en línea]. Elsevier, 2021. [Fecha de consulta: 1 de julio de 2023]. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780128218839000096> ISBN 9780128218839

TAMAYO, M. (2006). Técnicas de Investigación. (2ª Ed.). México: Editorial Mc Graw Hill. Disponible en: <http://evirtual.uaslp.mx/ENF/220/Biblioteca/Tamayo%20Tamayo-EI%20proceso%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%20cient%C3%ADfica%202002.pdf>

VALVERDE, J; ABATE, Benazir. Reduction of thermotolerant coliforms present in the sea water by means of micro-nanobubbles of air-ozone of the beach Los Pavos, Lima, Peru. Chemical Engineering Transactions, 2017, vol. 60, p. 313-318. Disponible en : <https://hdl.handle.net/20.500.12692/19502> ISSN 2283-9216

ANEXOS

Anexo 1. Tabla de operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD
VARIABLE DEPENDIENTE Tratamiento de aguas	El tratamiento de aguas residuales se refiere al proceso mediante el cual se eliminan o reducen los elementos contaminantes presentes en el agua residual, con el objetivo de permitir su reintegración segura en el medio ambiente. De acuerdo con la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA), este tratamiento implica la eliminación de contaminantes a través de métodos físicos, químicos y biológicos. (EPA, s.f.).	El tratamiento de aguas se determinará por el uso del sistema de nanoburbujas en sus características físicas, químicas y microbiológicas.	Microbiológicas	Coliformes Totales	UFC
			Físicas	Conductividad eléctrica Turbidez Temperatura	μs/cm NTU °C
			Químicas	Potencial de hidrógeno DQO DBO5	pH mg/L mg/L
VARIABLE INDEPENDIENTE Aplicación de nanoburbujas	La aplicación de nanoburbujas se refiere al uso de burbujas de gas extremadamente pequeñas, con un diámetro en la escala nanométrica, en diversos procesos y aplicaciones. Según una cita de Zhang et al. (2019), la aplicación de nanoburbujas se define como "la dispersión controlada de burbujas de gas con un tamaño en el rango de nanómetros en un líquido, con el objetivo de mejorar la transferencia de masa, la eficiencia de tratamiento y otras propiedades del líquido" (Zhang et al., 2019, p. 1)	Las nanoburbujas se utilizará en el procedimiento de la remoción de la carga orgánica de acuerdo a sus variables y características.	Características de las nanoburbujas	Número de nanoburbujas en una gota Diámetro de la burbuja Presión interna Velocidad de ascenso	und nm atm m/s

Anexo 2. Instrumento de recolección de datos



INSTRUMENTO N°1:

FICHA 1:	Descripción de muestra de agua		
TÍTULO	Sistema de nanoburbujas en la remoción de carga orgánica de las aguas de los humedales de Santa Rosa de chancay, 2023		
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	Tratamiento y gestión de los residuos		
RESPONSABLE	Bautista Aranda Stefany Marisol		
ASESOR	Dr. Acosta Suasnabar Eusterio Horacio		
LUGAR Ubicación: Coordenadas UTM	Humedales de Santa Rosa	DISTRITO	Chancay
PROVINCIA	Huaral	DEPARTAMENTO	Lima
DESCRIPCIÓN DE MUESTRA DE AGUA			
N° de muestra:		Fecha:	Hora:
Punto de muestreo:			
Temperatura (°C):		pH:	
Volumen total (L):		Color:	
Observaciones:			


 Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
 CIP N° 25459
 RENACT: P0030155


 Danny Lizaraburu Aguinaga
 Ingeniero Químico
 Reg. CIP N° 95566


 Dr. Jhonny W. Valverde Flores
 ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2526-112X>
 Scopus ID Author: 57196412905
 CIP: 79862


 Dr. Ing. JUAN JULIO ORDÓÑEZ GÁLVEZ
 DNI: 08447308
 CIP: 89772

INSTRUMENTO N°2:

FICHA 2:	Análisis de muestra de agua inicial						
TÍTULO	Sistema de nanoburbujas en la remoción de carga orgánica de las aguas de los humedales de Santa Rosa de chancay, 2023						
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	Tratamiento y gestión de los residuos						
RESPONSABLE	Bautista Aranda Stefany Marisol						
ASESOR	Dr. Acosta Suasnabar Eusterio Horacio						
LUGAR	Humedales de Santa Rosa			DISTRITO	Chancay		
PROVINCIA	Huaral			DEPARTAMENTO	Lima		
Análisis inicial de muestra de agua del humedal							
Fecha	Punto de muestreo	Conductividad eléctrica (mS/cm)	Turbidez (NTU)	Temperatura (°C)	potencial de hidrógeno (pH)	DQO (mg/L)	DBO5 (mg/L)



Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
CIP N° 25459
RENACYT: P0030155



Dany Lizaraburu Aguinaga
Ingeniero Químico
Reg. CIP N° 95556



Dr. Jhonny W. Valverde Flores
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2526-112X>
Scopus ID Author: 57196412905
CIP: 79862



Dr. Ing. JUAN JULIO ORDÓÑEZ GALVEZ
DNI: 88447308
CIP: 89772

INSTRUMENTO N°3:

FICHA 3:	Análisis de muestra de agua tratada						
TÍTULO	Sistema de nanoburbujas en la remoción de carga orgánica de las aguas de los humedales de Santa Rosa de chancay, 2023						
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	Tratamiento y gestión de los residuos						
RESPONSABLE	Bautista Aranda Stefany Marisol						
ASESOR	Dr. Acosta Suasnabar Eusterio Horacio						
LUGAR	Humedales de Santa Rosa	DISTRITO	Chancay				
PROVINCIA	Huaral	DEPARTAMENTO	Lima				
Análisis de muestra de agua tratada del humedal							
FECHA	Punto de muestreo	Conductividad eléctrica (mS/cm)	Turbidez (NTU)	Temperatura (°C)	Potencial de hidrógeno (pH)	DQO (mg/L)	DBO5 (mg/L)



Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
CIP N° 25450
RENACYT: P0030155



Danny Lizazaburu Aquinaga
Ingeniero Químico
Reg. CIP N° 95566



Dr. Jhonny W. Valverde Flores
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2526-112X>
Scopus ID Author: 57196412905
CIP: 79862



Dr. Ing. JUAN JULIO ORDÓÑEZ GALVEZ
DNI: 08447308
CIP: 89772

INSTRUMENTO N°4:

FICHA 4:	Caracterización de las nanoburbujas		
TÍTULO	Sistema de nanoburbujas en la remoción de carga orgánica de las aguas de los humedales de Santa Rosa de Chancay, 2023		
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	Tratamiento y gestión de los residuos		
RESPONSABLE	Bautista Aranda Stefany Marisol		
ASESOR	Dr. Acosta Suasnabar Eusterio Horacio		
LUGAR	Humedales de Santa Rosa	DISTRITO	Chancay
PROVINCIA	Huaral	DEPARTAMENTO	Lima
Caracterización de las nanoburbujas			
Diámetro de la burbuja	(nm)		
Número de burbujas en una gota	(µm)		
Presión interna	(atm)		
Velocidad de ascenso	(cm/s)		



Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
CIP N° 25459
RENACTY: P0030155



Danny Lizaraburu Aguinaga
Ingeniero Químico
Reg. CIP N° 95556



Dr. Jhonny W. Valverde Flores
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2526-112X>
Scopus ID Author: 57196412905
CIP: 79862



Dr. Ing. JUAN JULIO ORDOÑEZ GALVEZ
DNI: 88447308
CIP: 89772

FICHA 5:	Comparación de análisis de muestras de agua		
TÍTULO	Sistema de nanoburbujas en la remoción de carga orgánica de las aguas de los humedales de Santa Rosa de Chancay, 2023		
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	Tratamiento y gestión de los residuos		
RESPONSABLE	Bautista Aranda Stefany Marisol		
ASESOR	Dr. Acosta Suasnabar Eusterio Horacio		
LUGAR	Humedales de santa rosa	DISTRITO	Chancay
PROVINCIA	Huaral	DEPARTAMENTO	Lima
Comparación de análisis de muestras de agua			
Tratamiento	Tiempo de retención (min)	Conductividad eléctrica (mS/cm)	Turbidez (NTU)
T1	10		
T2	20		
T3	30		
		Temperatura (°C)	Potencial de hidrógeno (pH)
		DQO (mg/L)	DBO5 (mg/L)



Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
CIP N° 25459
RENACTY: P0030155



Danny Lizaraburu Aguinaga
Ingeniero Químico
Reg. CIP N° 95556



Dr. Jhonny W. Valverde Flores
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2526-112X>
Scopus ID Author: 57196412905
CIP: 79862



Dr. Ing. JUAN JUKIO ORDONEZ GALVEZ
DNI: 08447308
CIP: 89772

Anexo 3: Evaluación por juicio de expertos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Jhonny Wilfredo Valverde Flores
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Tratamiento y Gestión de los Residuos
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de análisis inicial de muestra de Agua.
 1.5 Autores de Instrumento: Bautista Aranda Stefany Marisol

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.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 21 de junio del 2023.

Dr. Jhonny W. Valverde Flores
 ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2526-112X>
 Scopus ID Author: 57196412905
 CIP: 79862

Dr. Eusterio Horacio Acosta Siasnabar
 CIP N° 25450
 RENACTY: P0030155



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Jhonny Wilfredo Valverde Flores
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Tratamiento y Gestión de los Residuos
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de análisis inicial de muestra de Agua.
- 1.5. Autores de Instrumento: Bautista Aranda Stefany Marisol

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.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

90%

Lima, 21 de junio del 2023.


 Dr. Jhonny W. Valverde Flores
 ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2526-112X>
 Scopus ID Author: 57196412905
 CIP: 78862


 Dr. Eustero Horacio Acesta Susasubar
 CIP N° 25450



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Jhonny Wilfredo Valverde Flores
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Tratamiento y Gestión de los Residuos
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de análisis de muestra de agua tratada
- 1.5. Autores de Instrumento: Bautista Aranda Stefany Marisol

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.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 21 de junio del 2023.

Dr. Jhonny W. Valverde Flores
 ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2526-112X>
 Scopus ID Author: 57196412905
 CIP: 79862

Dr. Eustasio Horacio Acosta Sasmabar
 CIP N° 25450
 RENACYT: P0030155



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Jhonny Wilfredo Valverde Flores
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Tratamiento y Gestión de los Residuos
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de caracterización de las nanoburbujas
- 1.5. Autores de Instrumento: Bautista Aranda Stefany Marisol

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.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 21 de junio del 2023.

Dr. Jhonny W. Valverde Flores
 ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2526-112X>
 Scopus ID Author: 57196412905
 CIP: 79862

Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
 CIP N° 25450
 RENACTY: P0030155



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Jhonny Wilfredo Valverde Flores
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Tratamiento y Gestión de los Residuos
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de comparación de análisis de muestras de agua
- 1.5. Autores de Instrumento: Bautista Aranda Stefany Marisol

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.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 21 de junio del 2023.

Dr. Jhonny W. Valverde Flores
 ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2526-112X>
 Scopus ID Author: 57196412905
 CIP: 79862

Dr. Eustero Horacio Acosta Szuasubar
 CIP N° 25450
 RENACYT: P0030155



I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Juan Julio Ordoñez Galvez
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Tratamiento y Gestión de los Residuos
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de análisis inicial de muestra de Agua.
- 1.5 Autores de Instrumento: Bautista Aranda Stefany Marisol

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.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 21 de junio del 2023.

Dr. Ing. JUAN JULIO ORDOÑEZ GALVEZ
DNI: 86447208
CIP: 8972

Dr. Eusterio Horacio Acosta Siasnabar
CIP N° 25450
RENACTY: P0030155



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Juan Julio Ordoñez Galvez
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Tratamiento y Gestión de los Residuos
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de análisis inicial de muestra de Agua.
- 1.5. Autores de Instrumento: Bautista Aranda Stefany Marisol

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.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

90%

Lima, 21 de junio del 2023.

Dr. ING. JUAN JULIO ORDOÑEZ GALVEZ
 DNI: 86447308
 CIP: 89772

Dr. Eustero Horacio Acesta Susasbar
 CIP N° 25450

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Juan Julio Ordoñez Galvez
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Tratamiento y Gestión de los Residuos
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de análisis de muestra de agua tratada
- 1.5. Autores de Instrumento: Bautista Aranda Stefany Marisol

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.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 21 de junio del 2023.



Dr. Inj. JUAN JULIO ORDOÑEZ GALVEZ
DNI: 88447308
CIP: 89772



Dr. Eusterio Horacio Acosta Smañabar
CIP N° 25450
RENACYT: P0030155



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Juan Julio Ordoñez Galvez
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Tratamiento y Gestión de los Residuos
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de caracterización de las nanoburbujas
- 1.5. Autores de Instrumento: Bautista Aranda Stefany Marisol

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.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 21 de junio del 2023.


 Dr. Inj. JUAN JULIO ORDOÑEZ GALVEZ
 DNI: 38447208
 CIP: 89772


 Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
 CIP N° 25450
 RENACYT: P0030155

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Juan Julio Ordoñez Galvez
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Tratamiento y Gestión de los Residuos
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de comparación de análisis de muestras de agua
- 1.5. Autores de Instrumento: Bautista Aranda Stefany Marisol

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.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 21 de junio del 2023.



Dr. ING. JUAN JULIO ORDOÑEZ GALVEZ
DNI: 88447308
CIP: 89772



Dr. Eusterio Horacio Acosta Sotomayor
CIP N° 25450
RENACYT: P0030155



I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Danny Alonso Lizaraburu Aguinaga
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Tratamiento y Gestión de los Residuos
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de análisis inicial de muestra de Agua.
- 1.5 Autores de Instrumento: Bautista Aranda Stefany Marisol

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.										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X			

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

Lima, 21 de junio del 2023.


 Danny Lizaraburu Aguinaga
 Ingeniero Químico
 Reg. CIP N° 9556


 Dr. Eusterio Horacio Acosta Sotomayor
 CIP N° 25450
 RENACYT: P0030155

X

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Danny Alonso Lizarzaburu Aguinaga
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Tratamiento y Gestión de los Residuos
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de análisis inicial de muestra de Agua.
 1.5. Autores de Instrumento: Bautista Aranda Stefany Marisol

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.										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X			

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

85%

Lima, 21 de junio del 2023.



Danny Lizarzaburu Aguinaga
 Ingeniero Químico
 Reg. CIP N° 95956



Dr. Eusebio Horacio Acosta Suusubar
 CIP N° 25450

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Danny Alonso Lizarzaburu Aguinaga
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Tratamiento y Gestión de los Residuos
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de análisis de muestra de agua tratada
- 1.5. Autores de Instrumento: Bautista Aranda Stefany Marisol

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.										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X			

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

Lima, 21 de junio del 2023.



Danny Lizarzaburu Aguinaga
Ingeniero Químico
Reg. CIP N° 95556



Dr. Eustero Ilovaco Acosta Sasmaber
CIP N° 25450
RENACYT: P0030155



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Danny Alonso Lizarzaburu Aguinaga
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Tratamiento y Gestión de los Residuos
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de caracterización de las nanoburbujas
- 1.5. Autores de Instrumento: Bautista Aranda Stefany Marisol

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.										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X			

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

Lima, 21 de junio del 2023.

Danny Lizarzaburu Aguinaga
 Vigenero Químico
 Reg. CIP N° 95556

Dr. Eusterio Horacio Acosta Stasnabar
 CIP N° 25450
 RENACYT: P0030155

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Danny Alonso Lizaraburu Aguinaga
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Tratamiento y Gestión de los Residuos
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de comparación de análisis de muestras de agua
- 1.5. Autores de Instrumento: Bautista Aranda Stefany Marisol

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.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

85%

Lima, 21 de junio del 2023.



Danny Lizaraburu Aguinaga
Ingeniero Químico
Reg. CIP N° 95566



Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
CIP N° 25450
RENACTY: P0030155

Anexo 4: Contrastación de hipótesis

Para llevar a cabo el análisis de datos mediante pruebas de inferencia estadística, se verificará si la distribución de los datos sigue una forma normal.

Con este fin, se aplicará una prueba de normalidad para evaluar si la distribución exhibe características de normalidad.

Hipótesis específica 1

Hipótesis nula (H₀): Después de la implementación de las nanoburbujas de aire, la distribución de los parámetros físicos en las aguas de los humedales de Santa Rosa de Chancay sigue un patrón normal.

Hipótesis alternativa (H₁): Tras la aplicación de las nanoburbujas de aire, la distribución de los parámetros físicos en las aguas de los humedales de Santa Rosa de Chancay No se ajusta a una distribución normal.

Tabla 10. Datos de los parámetros físicos

REPETICIÓN	TEMPERATURA INICIAL (°C)	TEMPERATURA DESPUES DEL TRATAMIENTO (°C)			TURBIDEZ INICIAL (FNU)	TURBIDEZ DESPUES DEL TRATAMIENTO (FNU)			CE INICIAL (µS/cm)	CE DESPUES DEL TRATAMIENTO (µS/cm)			ECA PARA AGUA DE CE (µS/cm)
		20 MIN	40 MIN	60 MIN		20 MIN	40 MIN	60 MIN		20 MIN	40 MIN	60 MIN	
PRIMERA REPETICIÓN (M1)	23.38	23.39	23.43	23.45	499	24.92	52.6	48.1	1504	1,532	1,552	1,562	2500
SEGUNDA REPETICIÓN (M2)		23.40	23.45	23.55		128	46.4	30.5		1610	1,644	1,656	2500
TERCERA REPETICIÓN (M3)		23.38	23.51	23.58		225	43.1	23.9		1619	1,628	1,668	2500
PROMEDIO		23.4	235.0	23.5		200.7	47.4	34.2		1587.0	1608.0	1628.7	2500

Tabla 11. Resumen del procesamiento de casos de los parámetros físicos

Resumen de procesamiento de casos

	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
TEMPERATURA_FINAL	4	100,0%	0	0,0%	4	100,0%
CE_FINAL	4	100,0%	0	0,0%	4	100,0%
TURBIDEZ_FINAL	4	100,0%	0	0,0%	4	100,0%

Fuente: Procesamiento de datos en IBM SPSS Statistics v.24, 2023

Tabla 12. Descriptivos para los parámetros físicos

Descriptivos

TEMPERATURA_FINAL	Media		23,4450	,03202
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	23,3431	
		Límite superior	23,5469	
	Media recortada al 5%		23,4456	
	Mediana		23,4500	
	Varianza		,004	
	Desv. Desviación		,06403	
	Mínimo		23,38	
	Máximo		23,50	
	Rango		,12	
	Rango intercuartil		,12	
	Asimetría		-,084	1,014
	Curtosis		-5,518	2,619
CE_FINAL	Media		1581,9250	27,33415
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	1494,9355	
		Límite superior	1668,9145	
	Media recortada al 5%		1583,6556	
	Mediana		1597,5000	
	Varianza		2988,623	
	Desv. Desviación		54,66830	
	Mínimo		1504,00	
	Máximo		1628,70	
	Rango		124,70	
	Rango intercuartil		98,78	
	Asimetría		-1,440	1,014
	Curtosis		2,220	2,619

TURBIDEZ_FINAL	Media		195,3250	108,04724
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	-148,5295	
		Límite superior	539,1795	
	Media recortada al 5%		187,4056	
	Mediana		124,0500	
	Varianza		46696,823	
	Desv. Desviación		216,09448	
	Mínimo		34,20	
	Máximo		499,00	
	Rango		464,80	
	Rango intercuartil		386,93	
	Asimetría		1,360	1,014
	Curtosis		1,262	2,619

Tabla 13. Pruebas de normalidad para los parámetros físicos

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
TEMPERATURA_FINAL	,305	4	.	,799	4	,100
CE_FINAL	,287	4	.	,887	4	,371
TURBIDEZ_FINAL	,253	4	.	,849	4	,224

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Procesamiento de datos en IBM SPSS Statistics v.24, 2023

Criterio usado para la prueba de hipótesis:

Si Pvalue < 0.05; rechazamos la Ho. Se acepta H1.

Si Pvalue > = 0.05; aceptamos la Ho. Se rechaza H1.

Como el p-Value asociado con la temperatura, así como la conductividad eléctrica y la turbidez, supera el umbral de significancia establecido ($\alpha=0.05$), se infiere que los datos siguen una distribución normal. Por consiguiente, se llega a la conclusión de que los datos son de naturaleza paramétrica.

Hipótesis específica 2

Hipótesis nula (Ho): Después de la aplicación de las nanoburbujas de aire, la concentración de los parámetros químicos en las aguas de los humedales de Santa Rosa de Chancay se ajusta a una distribución normal.

Hipótesis alternativa (H1): Después de la aplicación de las nanoburbujas de aire, la concentración de los parámetros químicos en las aguas de los humedales de Santa Rosa de Chancay No se ajusta a una distribución normal.

Tabla 14. Datos de los parámetros químicos

REPETICIÓN	pH INICIAL	pH DESPUES DEL TRATAMIENTO			ECA PARA AGUA DE pH	DQO INICIAL (mg/L)	DQO DESPUES DEL TRATAMIENTO (mg/L)			D805 INICIAL (mg/L)	D805 DESPUES DEL TRATAMIENTO (mg/L)			ECA PARA AGUA DE D805 (mg/L)
	O MIN	20 MIN	40 MIN	60 MIN		O MIN	20 MIN	40 MIN	60 MIN	O MIN	20 MIN	40 MIN	60 MIN	
PRIMERA REPETICIÓN (M1)	6	6.70	6.92	7.00	6.5 a 8.5	958.50	699.50	333.50	183.50	485.50	258.6	164.4	95.5	15
SEGUNDA REPETICIÓN (M2)		6.83	7.00	7.11	6.5 a 8.5		753.50	483.50	283.50		296.1	176.9	83.0	15
TERCERA REPETICIÓN (M3)		6.88	6.98	7.01	6.5 a 8.5		706.50	332.00	263.50		283.5	151.9	89.3	15
PROMEDIO		6.8	7.0	7.0	6.5 a 8.5		719.8	383.0	243.5		279.4	164.4	89.3	15

Tabla 15. Resumen del procesamiento de casos de los parámetros químicos

Resumen de procesamiento de casos

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
PH_FINAL	4	100,0%	0	0,0%	4	100,0%
DQO_FINAL	4	100,0%	0	0,0%	4	100,0%
DBO ₅ _FINAL	4	100,0%	0	0,0%	4	100,0%

Fuente: Procesamiento de datos en IBM SPSS Statistics v.24, 2023

Tabla 16. Descriptivos para los parámetros químicos

Descriptivos

		Estadístico	Dev. Error
PH_FINAL	Media	6,7725	,16760
	Límite inferior	6,2391	

	95% de intervalo de confianza para la media	Límite superior	7,3059	
	Media recortada al 5%		6,7867	
	Mediana		6,9000	
	Varianza		,112	
	Desv. Desviación		,33520	
	Mínimo		6,29	
	Máximo		7,00	
	Rango		,71	
	Rango intercuartil		,58	
	Asimetría		-1,571	1,014
	Curtosis		2,225	2,619
DQO_FINAL	Media		576,2000	161,96445
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	60,7568	
		Límite superior	1091,6432	
	Media recortada al 5%		573,4444	
	Mediana		551,4000	
	Varianza		104929,927	
	Desv. Desviación		323,92889	
	Mínimo		243,50	
	Máximo		958,50	
	Rango		715,00	
	Rango intercuartil		620,45	
	Asimetría		,290	1,014
	Curtosis		-2,773	2,619
DBO ₅ _FINAL	Media		254,6500	86,30854
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	-20,0223	
		Límite superior	529,3223	
	Media recortada al 5%		251,0111	
	Mediana		221,9000	
	Varianza		29796,657	
	Desv. Desviación		172,61708	
	Mínimo		89,30	
	Máximo		485,50	
	Rango		396,20	
	Rango intercuartil		325,90	
	Asimetría		,915	1,014
	Curtosis		,220	2,619

Fuente: Procesamiento de datos en IBM SPSS Statistics v.24, 2023

Tabla 17. Pruebas de normalidad para los parámetros químicos

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PH_FINAL	,283	4	.	,806	4	,113
DQO_FINAL	,225	4	.	,952	4	,728
DBO ₅ _FINAL	,199	4	.	,950	4	,717

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Procesamiento de datos en IBM SPSS Statistics v.24, 2023

Criterio usado para la prueba de hipótesis:

Si Pvalue < 0.05; rechazamos la Ho. Se acepta H1.

Si Pvalue > = 0.05; aceptamos la Ho. Se rechaza H1.

Entonces como el p-Value del pH y el nivel de significancia ($\alpha=0.05$) es superado tanto la DQO como la DBO₅ son mayores, indica que los datos se adecúan a una distribución normal. En consecuencia, se puede concluir que los datos son de naturaleza paramétrica.

Hipótesis específica 3

Hipótesis nula (Ho): Después de la aplicación de las nanoburbujas de aire, la concentración del parámetro microbiológico en las aguas de los humedales de Santa Rosa de Chancay se adhiere a una distribución normal.

Hipótesis alternativa (H1): Después de la aplicación de las nanoburbujas de aire, la concentración del parámetro microbiológico en las aguas de los humedales de Santa Rosa de Chancay No sigue una distribución normal.

Tabla 18. Datos del parámetro microbiológico

REPETICIÓN	COLIFORMES TOTALES INICIAL (UFC)	COLIFORMES TOTALES DESPUÉS DEL TRATAMIENTO (UFC)		
	MINUTO "0"	20 MINUTOS	40 MINUTOS	60 MINUTOS
PRIMERA REPETICIÓN (M1)	4 x 10 ³	0	0	0
SEGUNDA REPETICIÓN (M2)		0	0	0
TERCERA REPETICIÓN (M3)		0	0	0
PROMEDIO		0.0	0.0	0.0

Tabla 19. Resumen del procesamiento de casos del parámetro microbiológico

Resumen de procesamiento de casos

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
COLIFORMES_TOTALES	4	100,0%	0	0,0%	4	100,0%

Fuente: Procesamiento de datos en IBM SPSS Statistics v.24, 2023

Tabla 20. Descriptivos para el parámetro microbiológico

Descriptivos

		Estadístico	Desv. Error
COLIFORMES_TOTALES	Media	1000,00	1000,000
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	-2182,45
		Límite superior	4182,45
	Media recortada al 5%	888,89	
	Mediana	,00	
	Varianza	4000000,000	
	Desv. Desviación	2000,000	
	Mínimo	0	
	Máximo	4000	
	Rango	4000	
	Rango intercuartil	3000	
	Asimetría	2,000	1,014
	Curtosis	4,000	2,619

Fuente: Procesamiento de datos en IBM SPSS Statistics v.24, 2023

Tabla 21. Pruebas de normalidad para el parámetro microbiológico

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
COLIFORMES_TOTALES	,441	4	.	,630	4	,001

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Procesamiento de datos en IBM SPSS Statistics v.24, 2023

Criterio usado para la prueba de hipótesis:

Si Pvalue < 0.05; rechazamos la Ho. Se acepta H1.

Si Pvalue > = 0.05; aceptamos la Ho. Se rechaza H1.

Entonces como el p-Value de los Coliformes totales es menor que el nivel de significancia ($\alpha=0.05$), quiere decir que los datos se ajustan a una distribución NO Normal, por lo tanto, se concluye que los datos son no paramétricos.

Hipótesis General

HO: Las aguas de los humedales de Santa Rosa, Chancay tienen las mismas características físicas, químicas y microbiológicas aplicando el sistema de nanoburbujas de aire.

H1: Las aguas de los humedales de Santa Rosa, Chancay NO tienen las mismas características físicas, químicas y microbiológicas aplicando el sistema de nanoburbujas de aire.

Para la comparación a través de las medias de muestras emparejadas, se empleó **la prueba T student.**

Tabla 22. Estadísticas de muestras emparejadas

		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	TIEMPO_FINAL	30,0000	4	25,81989	12,90994
	TEMPERATURA_FINAL	23,4450	4	,06403	,03202
Par 2	TIEMPO_FINAL	30,0000	4	25,81989	12,90994
	CE_FINAL	1581,9250	4	54,66830	27,33415
Par 3	TIEMPO_FINAL	30,0000	4	25,81989	12,90994
	TURBIDEZ_FINAL	195,3250	4	216,09448	108,04724

Par 4	TIEMPO_FINAL	30,0000	4	25,81989	12,90994
	PH_FINAL	6,7725	4	,33520	,16760
Par 5	TIEMPO_FINAL	30,0000	4	25,81989	12,90994
	DQO_FINAL	576,2000	4	323,92889	161,96445
Par 6	TIEMPO_FINAL	30,0000	4	25,81989	12,90994
	DBO ₅ _FINAL	254,6500	4	172,61708	86,30854
Par 7	TIEMPO_FINAL	30,0000	4	25,81989	12,90994
	COLIFORMES_TOTALES	1000,0000	4	2000,00000	1000,00000

Fuente: Procesamiento de datos en IBM SPSS Statistics v.24, 2023

Tabla 23. Correlación de muestras emparejadas

Correlaciones de muestras emparejadas

		N	Correlación	Sig.
Par 1	TIEMPO_FINAL & TEMPERATURA_FINAL	4	,927	,073
Par 2	TIEMPO_FINAL & CE_FINAL	4	,933	,067
Par 3	TIEMPO_FINAL & TURBIDEZ_FINAL	4	-,925	,075
Par 4	TIEMPO_FINAL & PH_FINAL	4	,897	,103
Par 5	TIEMPO_FINAL & DQO_FINAL	4	-,989	,011
Par 6	TIEMPO_FINAL & DBO ₅ _FINAL	4	-,975	,025
Par 7	TIEMPO_FINAL & COLIFORMES_TOTALES	4	-,775	,225

Fuente: Procesamiento de datos en IBM SPSS Statistics v.24, 2023

Criterio usado para las correlaciones de muestras relacionadas:

Si $P\text{value} > \alpha = 0.05$ se acepta H_1 , luego los grupos son homogéneos.

Si $P\text{value} < \alpha = 0.05$ se rechaza H_1 , luego los grupos no son homogéneos.

Tabla 24. Prueba de muestras emparejadas

Prueba de muestras emparejadas

		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desv. Desviación n	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	TIEMPO_FINAL - TEMPERATURA_FINAL	6,55500	25,76051	12,88026	-34,43573	47,54573	,509	3	,646
Par 2	TIEMPO_FINAL - CE_FINAL	-1551,92500	31,95762	15,97881	-1602,77670	-1501,07330	-97,124	3	,000
Par 3	TIEMPO_FINAL - TURBIDEZ_FINAL	-165,32500	240,16971	120,08485	-547,48860	216,83860	-1,377	3	,262
Par 4	TIEMPO_FINAL - PH_FINAL	23,22750	25,51952	12,75976	-17,37974	63,83474	1,820	3	,166
Par 5	TIEMPO_FINAL - DQO_FINAL	-546,20000	349,48809	174,74405	-1102,31354	9,91354	-3,126	3	,052
Par 6	TIEMPO_FINAL - DBO ₅ _FINAL	-224,65000	197,87367	98,93684	-539,51117	90,21117	-2,271	3	,108
Par 7	TIEMPO_FINAL - COLIFORMES_TOTALES	-970,00000	2020,0660	1010,03300	-4184,37580	2244,37580	-,960	3	,408

Fuente: Procesamiento de datos en IBM SPSS Statistics v.24, 2023

Criterio usado para la prueba de hipótesis:

Si $P\text{value} > \alpha = 0.05$ se acepta H_1 .

Si $P\text{value} < \alpha = 0.05$ se rechaza H_1 .

Según lo observado con respecto a las significancias, se evidencia que todas son mayores a 0.05, lo que indica que se acepta la hipótesis nula (H_1) y se rechaza la hipótesis alternativa. Es decir que se cumple lo siguiente:

H_1 : Las aguas de los humedales de Santa Rosa, Chancay NO tienen las mismas características físicas, químicas y microbiológicas aplicando el sistema de nanoburbujas de aire. En otros indica que ha habido cambios en las características de las aguas después de haber sido tratadas con el sistema de nanoburbujas, como se observa en los resultados que fueron obtenidos en este proyecto de investigación.

Anexo 5: Resultados de laboratorio Geso + Research Labs



INFORME DE ENSAYO N°: IE-100-0028-08.12.2023

I. DATOS DEL SERVICIO

Nombres y Apellidos: STEFANY MARISOL BAUTISTA ARANDA
DNI : 72650569
Dirección : Av. Roosevelt 254, Chancay, Lima, Perú
Asunto : Análisis de Aguas
Muestreado por : STEFANY MARISOL BAUTISTA ARANDA
Fecha de emisión del informe: 08-12-2023

II. DATOS DE ITEMS DEL ENSAYO

Producto : Aguas
Número de muestras : 10
Fecha de recep. de muestra: 09-10-2023
Periodo de ensayo : Del 09-10-2023 al 08-11-2023

III. MÉTODOS Y REFERENCIAS

Tipo de Análisis	Norma de referencia
pH	Multiparámetro Hanna Instruments (HI7629829)
Temperatura	Multiparámetro Hanna Instruments (HI7629829)
Conductividad eléctrica	Multiparámetro Hanna Instruments (HI7629829)
Turbidez (NTU)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 23rd Ed.: 2017. Turbidity Nephelometric Method
DBO5	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23 rd Ed. 2017
DQO	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23 rd Ed. 2017
Coliformes Totales	SMEWW 9221 F.2, 23 rd Ed. 2017

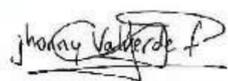
"SMEWW": Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

IV. RESULTADOS

Código de muestra	pH	T (°C)	CE (µS/cm)	Turbidez (NTU)	DBO5 (mg/L)	DQO (mg/L)	Coliformes Totales (UFC)
M.Inicial	6.29	23.38	1504	499.0	485.5	958.50	4 x 10 ³
M1-20	6.70	23.39	1532	249.2	258.6	699.50	0
M1-40	6.92	23.43	1552	52.6	164.4	333.50	0
M1-60	7.00	23.45	1562	48.1	95.5	183.50	0
M2-20	6.83	23.40	1610	128.0	296.1	753.50	0
M2-40	7.00	23.45	1644	46.4	176.9	483.50	0
M2-60	7.11	23.55	1656	30.5	83.0	283.50	0
M3-20	6.88	23.38	1619	225.0	283.5	706.50	0
M3-40	6.98	23.51	1628	43.1	151.9	332.00	0
M3-60	7.01	23.58	1668	23.9	89.3	263.50	0

VI. OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.



JHONNY W. VALVERDE FLORES
ING. QUIMICO
R. C.I.P. 79862

--- FIN DEL DOCUMENTO ---

"El uso indebido de este informe de ensayo constituye un delito sancionado conforme a la Ley, por la autoridad competente".

Anexo 6: Fotos del proceso de investigación



Recolección de la muestra de las aguas de los humedales de Santa Rosa, Chancay.



Extracción de residuos del agua de los humedales de Santa Rosa, Chancay.



Caño de salida del agua tratada.



Bomba de agua.



Compresora de aire.



Variador de velocidad.



Depósito de entrada y de salida para las aguas.



Generador de Nanoburbujas.





Inicio del tratamiento con nanoburbujas del agua de los humedales de Santa Rosa, Chancay.

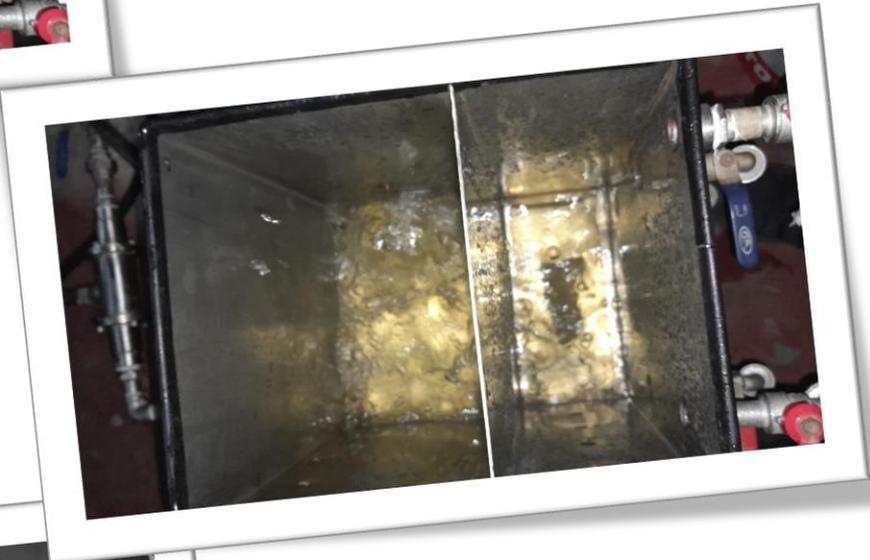


Extracción de submuestra después del tratamiento.





Vista de las aguas de los humedales realizando el tratamiento con nanoburbujas.





Submuestras para determinar los distintos parámetros en las 3 repeticiones con los 3 intervalos de tiempo de 20, 40 y 60 minutos respectivamente.

