



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**Efectos de las micronanoburbujas de aire en las propiedades
fisicoquímicas y microbiológicas del agua de la laguna Huacachina, Ica
2022**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
Ingeniero Ambiental

AUTORES:

Benavides López, Miguel Antonio (Orcid.org/ 0000-0001-9551-8299)

Taboada Galvez, Mike Leonel (Orcid.org/ 0000-0002-1079-7725)

ASESORA:

MSc. Suárez Alvites Haydeé (Orcid.org/ 0000-0003-2750-0980)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Biodiversidad, Cambio Climático y Calidad Ambiental

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA — PERÚ

2022

Dedicatoria

Dedicamos este trabajo a nuestros familiares, ya que con ayuda de ellos fuimos elaborando nuestro proyecto etapa por etapa. A pesar de nuestros tropiezos siempre teníamos el apoyo de ellos.

Dedicamos esta tesis también a los amigos que nos brindaron su ayuda incondicional a lo largo de todo el tiempo que nos tomó culminar este proyecto de investigación.

Agradecimiento

Antes de todo agradecemos a Dios por permitirnos estar vivos y poder realizar esta tesis de la cual hemos tenido muchas complicaciones y a pesar de eso, hemos tenido la bendición de seguir adelante.

Agradecemos a la MSc. Haydee Suárez Alvites, que nos encaminó para poder redactar de manera correcta nuestra tesis y al Ing. Jhonny Wilfredo Valverde Flores, que nos orientó para efectuar el procedimiento de la parte experimental de nuestro proyecto de investigación.

Índice de contenido

Caratula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenido.....	vii
Índice de tablas.....	viii
Índice de figuras.....	viii
Resumen.....	ixx
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	15
3.1. Tipo y diseño de investigación:.....	15
3.2. Variables y Operacionalización:.....	15
3.3. Población, Muestra, Muestreo:.....	16
3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos:.....	16
3.5. Procedimientos:.....	17
3.6. Método de Análisis de datos:.....	20
3.7. Aspectos éticos.....	21
IV. RESULTADOS.....	22
V. DISCUSIONES.....	41
VI. CONCLUSIONES.....	46
VII. RECOMENDACIONES.....	47
VIII.REFERENCIAS.....	48
ANEXOS.....	56

Índice de tablas

Tabla N° 1: Porcentaje de validez de instrumentos.....	17
Tabla N° 2: Características del agua de la Laguna Huacachina.....	22
Tabla N° 3: Efecto de las MNB en la temperatura del agua.....	23
Tabla N° 4: Efecto de las MNB en la conductividad eléctrica del agua.....	23
Tabla N° 5: Efecto de las MNB en la turbidez del agua.....	24
Tabla N° 6: Efecto de las MNB en el pH del agua.....	25
Tabla N° 7: Valores de coliformes fecales en el agua.....	25
Tabla N° 8: Valores de Escherichia Coli en el agua.....	26
Tabla N° 9: Diámetro de las micronanoburbujas.....	29
Tabla N° 10: Velocidad de ascenso de las micronanoburbujas.....	29
Tabla N° 11: Presión interna de las micronanoburbujas.....	30
Tabla N° 12: Caracterización de micronanoburbujas de las 4 muestras.....	30
Tabla N° 13: Reducción turbidez aplicando MNB.....	31
Tabla N° 14: Efecto de las MNB en la conductividad eléctrica.....	32
Tabla N° 15: Efecto de MNB en los Coliformes Fecales del agua.....	33
Tabla N° 16: Efecto de MNB en valores de Escherichia Coli aplicando MNB.....	34
Tabla N° 17: Resumen de procesamiento de casos hipótesis específica 1.....	35
Tabla N° 18: Prueba de normalidad hipótesis específica 1.....	36
Tabla N° 19: Resumen de procesamiento de casos hipótesis específica 2.....	37
Tabla N° 20: Prueba de normalidad hipótesis específica 2.....	37
Tabla N° 21: Resumen de procesamiento de casos hipótesis específica 3.....	38
Tabla N° 22: Prueba de normalidad hipótesis específica 3.....	38
Tabla N° 23: Resultados estadísticos descriptivos.....	39
Tabla N° 24: Prueba de muestras emparejadas.....	40

Índice de figuras

Figura N° 1: Equipo generador de micronanoburbujas.....	12
Figura N° 2: Puntos de monitoreo en la laguna Huacachina.....	17
Figura N° 3: Recolección de la muestra de agua.....	18
Figura N° 4: Filtrado de la muestra de agua.....	19
Figura N° 5: Sistema de tratamiento con micronanoburbujas.....	20
Figura N° 6: Cantidad y diámetro de las micronanoburbujas M1-90.....	27
Figura N° 7: Cantidad y diámetro de las micronanoburbujas M2-90.....	27
Figura N° 8: Cantidad y diámetro de las micronanoburbujas M3-90.....	28
Figura N° 9: Cantidad y diámetro de las micronanoburbujas M4-90.....	28
Figura N° 10: Equipo de Micronanoburbujas.....	89
Figura N° 11: Bomba de agua.....	89
Figura N° 12: Variador de velocidad.....	90
Figura N° 13: Compresora de aire.....	90
Figura N° 14: Generación de micronanoburbujas.....	90
Figura N° 15: Mantener la compresora de aire en 90 PSI.....	91
Figura N° 16: Recolección de las muestras.....	91
Figura N° 17: medición de las características de las micronanoburbujas.....	92
Figura N° 18: medición del diámetro de la burbuja y conteo de las micronanoburbujas...	92

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo determinar el efecto que producen las micronanoburbujas de aire en las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del agua de la laguna Huacachina, la metodología empleada fue experimental de tipo aplicada, para ello se tomaron 5 muestras de la laguna Huacachina homogenizándolas, se realizaron 4 repeticiones de aplicación de micronanoburbujas 30 minutos, 60 minutos y 90 minutos.

Las micronanoburbujas lograron reducir ciertos parámetros como el pH de 9.3 a 7.7 en el minuto 90, la conductividad eléctrica de 1172.0 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 958.0 en la mínima concentración, la turbiedad de 65.4 NTU a 10.7 NTU en su mejor nivel. Con respecto a los coliformes fecales se obtuvo una reducción de 12.6 NMP/100mL a 7.5 NMP/100mL en la mejor concentración final; los niveles de *Escherichia Coli* se redujo de 7.5 a $< 1,0$ NMP/100mL en el minuto 90. Se demuestra la efectividad de las micronanoburbujas en la reducción de estos parámetros de las aguas de la laguna Huacachina.

Palabras clave: Nanoburbujas, análisis, microbiológico, parámetros y fisicoquímicos.

Abstract

The objective of this investigation was to determine the effect produced by air micronanobubbles on the physicochemical and microbiological properties of the water of the Huacachina lagoon, the methodology used was experimental of the applied type, for these 5 samples were taken from the Huacachina lagoon, homogenizing them, they performed 4 repetitions of micronanobubbles application 30 minutes, 60 minutes and 90 minutes.

The micronanobubbles managed to reduce certain parameters such as pH from 9.3 to 7.7 at minute 90, electrical conductivity from 1172.0 $\mu\text{S}/\text{cm}$ to 958.0 at the minimum concentration, turbidity from 65.4 NTU to 10.7 NTU at its best level. Regarding fecal coliforms, a reduction from 12.6 NMP/100mL to 7.5 NMP/100mL was obtained in the best final concentration; *Escherichia coli* levels were reduced from 7.5 to <1.0 NMP/100mL at minute 90. The effectiveness of micronanobubbles in reducing these parameters in the waters of the Huacachina lagoon is demonstrated.

Keywords: Nanobubbles, microbiological, analysis, parameters and physicochemical.

I. INTRODUCCIÓN

Para realizar la siguiente investigación consideramos la polución del cuerpo hídrico como uno de los conflictos medioambientales más significativos, situación que está condicionada por las labores industriales, vertimientos de aguas fecales, agrícolas y ganaderas; entre otros. Las acciones antropogénicas introducen sustancias contaminantes a distintas masas de agua ocasionando la modificación de sus condiciones naturales (Boluda y Egea, 2019).

En ese sentido, el agua es fundamental para la sobrevivencia de los seres vivos; se presenta en diferentes ecosistemas como mares, lagos, lagunas, ríos, en el aire como en el subsuelo. Una de sus funciones importantes es la de regular el clima a lo largo de toda la tierra y gracias a su desplazamiento moldea paisajes (Larramendi, et al. 2021).

Sin embargo, los lagos, lagunas y humedales a nivel mundial se encuentran en su mayoría contaminados por vertimientos urbanos e industriales, suscitando enfermedades infecciosas a la población que usa estos ecosistemas. En muchas partes del mundo lagos y ríos han llegado a ser receptores de una inmensurable cantidad de desperdicios, aguas negras de procedencia doméstica, entre otras (Cusiche y Miranda, 2019).

Por lo tanto, las aguas desechadas ya sea que provengan de hoteles, restaurantes u otras actividades antropogénicas en lagos, ríos o mares sin ningún tratamiento pueden causar serios problemas de contaminación que perjudican a la flora y la fauna, así como a la población humana. Antes de ser evacuadas estas aguas residuales en las masas receptoras deben ser debidamente tratadas, a fin de evitar el alterar la naturaleza física, química y microbiológica del cuerpo receptor (Rodríguez, 2017).

Un ejemplo de ello, es la laguna Huacachina que es un área de conservación regional ubicada en la provincia de Ica, que presenta aguas de baja calidad reflejada en una coloración verdosa producto de alta presencia de algas, fango en los bordes de las orillas y alta densidad de la especie *Scirpus Californicus* (Totora) que es un indicador de la mala condición del agua y se confirma por la alta turbidez. La polución del agua al parecer condiciona sus propiedades fango-

medicinales aspecto que permitió presencia de turistas en la zona (Argota y Doroteo, 2021); pero, se genera conflictos medioambientales debido al incremento acelerado de habitantes al borde de la laguna y el crecimiento de las actividades económicas (Peralta, 2019).

Al respecto, los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para el agua definido el año 2017 mediante el D.S. N° 004 – 2017 – MINAM, precisa el grado de aglutinación de las sustratos, componentes, parámetros fisicoquímicos y microbiológicos dentro del cuerpo hídrico, valores que no representan un peligro muy relevante para el bienestar humano o el entorno ambiental cuando se utilicen como receptores y componentes esenciales de los ecosistemas acuáticos (MINAM, 2017); de acuerdo a los valores se podrá definir el uso que se le dará a estas aguas. Asimismo, la gente que toque o roce aguas residuales contaminadas pueden tener desde infecciones cutáneas hasta casos de hepatitis A, conjuntivitis, parasitosis intestinal, infecciones urinarias y genitales. El barro o polvillo que contenga restos fecales quedará asentado en las zonas aledañas, generando presencia de vectores que trasladen una serie de enfermedades gastrointestinales. (Ministerio de Salud, 2019)

Consecuentemente, se viene realizando recargas de agua para conservar el volumen de la laguna Huacachina con la finalidad de mantener la actividad turística y conservar la diversidad biológica existente. Esta laguna es la última de once que en el pasado existieron dentro de la provincia de Ica. La causa de este problema se debe a que la ciudad tuvo un incremento acelerado de los habitantes y del sector económico (Peralta, 2019).

Por lo indicado anteriormente, la presente investigación plantea como problema general: ¿Qué efecto produce las micronanoburbujas de aire en los indicadores físicos, químicos y microbiológicos del agua de la laguna Huacachina, Ica 2022?, y como problemas específicos: ¿Qué efecto produce las micronanoburbujas en los indicadores físicos del agua de la laguna Huacachina, Ica 2022?, ¿Qué efecto produce las micronanoburbujas en los indicadores químicos del agua de la laguna Huacachina, Ica 2022?, ¿Qué efecto produce las micronanoburbujas en los indicadores microbiológicos del agua de la laguna Huacachina, Ica 2022?.

Planteándose como justificación metodológica en cuanto a la aplicación de micronanoburbujas al agua de la laguna Huacachina, como tecnología eco amigable para mejorar las condiciones actuales del agua, buscando definir el período de tiempo idóneo en la cual se obtengan mejores condiciones para el agua. Desde el punto de vista social esta investigación tiene implicancias positivas, ya que al lograr que los indicadores físicos, químicos y microbiológicos se encuentren en el marco de los niveles establecidos por el ECA para el agua en la Categoría 1 Poblacional y recreacional, Subcategoría B (Aguas superficiales destinadas para distracción en el ítem contacto primario por natación), categoría 4 (sostenimiento del medio acuático) y subcategoría E1 (Lagos y lagunas), permitirá seguridad sanitaria a la población y los turistas que visitan esta laguna. Desde su aporte a la ciencia, se podrá establecer el período adecuado de aplicación de micronanoburbujas para obtener agua de calidad, ya que al realizar las comparaciones de tiempos de 30,60 y 90 minutos con sus respectivas repeticiones se estaría cumpliendo las exigencias científicas. Finalmente, al obtener el período de tiempo adecuado de aplicación de micronanoburbujas, podrá ser replicadas por las autoridades competentes al emplear el tiempo que permita obtener las mejores condiciones de agua y evitar costos adicionales por realizar pruebas con tiempos que esta investigación defina inadecuados.

Asimismo, con esta investigación se busca disminuir la contaminación en la laguna Huacachina (Ica) por medio del tratamiento de micronanoburbujas. La polución hídrica es resultado de las actividades antropogénicas desarrolladas en la zona. La finalidad de este estudio es generar antecedentes para futuras investigaciones, además de favorecer al ecosistema y al bienestar humano.

En cuanto al objetivo general se plantea determinar el efecto que produce las micronanoburbujas de aire en las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del agua de la laguna Huacachina, Ica 2022, los objetivos específicos definidos como: Evaluar el efecto que produce las micronanoburbujas en los indicadores físicos del cuerpo hídrico de la laguna Huacachina, Ica 2022; Analizar el resultado que produce las micronanoburbujas en los indicadores químicos del

cuerpo hídrico de la laguna Huacachina, Ica 2022; Examinar la consecuencia de las micronanoburbujas en los indicadores microbiológicos del cuerpo hídrico de la laguna Huacachina, Ica 2022.

Consecuentemente, se define la hipótesis general las micronanoburbujas de aire mejoran las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del agua de la laguna Huacachina, Ica 2022, las hipótesis específicas planteadas como: Las micronanoburbujas influyen en los indicadores físicos del cuerpo hídrico de la laguna Huacachina, Ica 2022. Las micronanoburbujas influyen en los indicadores químicos del cuerpo hídrico de la laguna Huacachina, Ica 2022. Las micronanoburbujas reducen los indicadores microbiológicos del cuerpo hídrico de la laguna Huacachina, Ica 2022.

II. MARCO TEÓRICO

Entre algunos trabajos empleados como guía en la presente investigación encontramos a Reyes (2016) desarrolló una tecnología para descontaminar las aguas servidas de puerto Bermúdez utilizando micronanoburbujas de aire, y concluyó que el método de micronanoburbujas presenta mejor eficiencia en reducir los coliformes fecales en la primera muestra con un porcentaje mayor al efluente (70% y 30%) poseyendo como resultado una cantidad de 4900 NMP/100mL siendo menor al ECA.

Ulatowski, et al. (2019) realizaron el trabajo de tesis con el objetivo de analizar si las nanoburbujas son estables dentro del agua. La producción de las micronanoburbujas se ejecutó en dos módulos de membrana porosa y con dos estimaciones diferentes de caudal. Se utilizó oxígeno o nitrógeno en la etapa gaseosa y agua destilada en la etapa líquida, aquellos modelos de nano dispersión se acumularon por un periodo de 10 a 35 días, la primera mitad se juntaron abiertos y la segunda mitad cerrados para identificar el resultado por contacto con el medio aéreo o no. Para dicha investigación se midió el oxígeno disuelto, el diámetro de Sauter y la potencial zeta. Pasado el período de 30 días, las nanoburbujas se conservan estables, obteniendo un valor de 250 a 350 nm el diámetro de Sauter. El valor del potencial zeta medio con respecto a la nano dispersión de las burbujas recae entre (10 – 15) mv.

Zhang, Qiu, y Liu (2020) desarrollaron el trabajo de investigación donde nos dice que las micro y nanoburbujas son utilizadas como una técnica de la etapa gas-líquido, resulta eficaz y eco amigable con respecto a aguas negras. La investigación presenta las características principales de los BMN (burbujas con diámetros en micrómetros y nanómetros). Se observaron: permanencia de nanoburbujas en el tiempo, producción de radicales hidroxilos, potencial zeta y eficacia en traspaso de masa, adicionalmente se evaluó la cavitación de partículas, hidráulica y electromecánica. Por último, se analizó la inyección de las BMN en la degradación de contaminantes y oxigenación del agua. Después de aplicar las nanoburbujas el agua destilada por un promedio de 2 horas no se identificó partículas con un rango de 0,43 nm a 10 μm lo que significa que no hubo contaminación en las tuberías.

Cruz (2016) buscaron eliminar los coliformes totales y fecales en las aguas con residuos domésticos del distrito de Carhuaz empleando micronanoburbujas de aire en laboratorio. Al inicio se tuvo como resultado los coliformes fecales un valor de 130000 NMP/100mL y coliformes totales un valor de 240000 NMP/100mL, realizaron 3 tratamientos en los períodos de 6 min. y 20 min. para tratar el efluente. Los coliformes fecales disminuyeron a 1000 NMP/100mL para el tratamiento inicial; 500 NMP/100mL en el segundo tratamiento y 100 NMP/100mL para el último tratamiento; en cuanto a los coliformes totales disminuyeron 4500 NMP/100mL para el tratamiento inicial; 2500 NMP/100mL en el segundo tratamiento y 100 NMP/100mL para el último tratamiento. Concluyeron que la utilización de esta tecnología fue eficaz, ya que se mejoró la calidad de las aguas con residuos domésticos.

Mi-Sug, et al. (2020) en su estudio constataron que el resultado de las nanoburbujas para la descontaminar las partículas está supeditada al diámetro y cantidad de burbujas, densidad de los agregados, el tiempo de formación de los agregados formados por las nanoburbujas adjuntos tuvieron una eficiencia de unión de formación muy alta (X) y una separación muy baja (Y) debido a su muy lenta velocidad de ascenso. De acuerdo con las pruebas de formación de agregados en partículas tuvo una densidad de 1050 kg m³, potencial zeta 2,5 mV y concentración inicial 200 mg L⁻¹; en burbujas una densidad de 1,1884 kg m³, potencial zeta -25 mV y concentración inicial 8 mg; en agua una temperatura de 24 °C, densidad 997,3944 kg m³, viscosidad 0,0092586 kg m⁻¹ s⁻¹. Los agregados de las burbujas más diminutas estuvieron suspendidos bastante tiempo en el agua y una velocidad de flotación más tardía, mientras los agregados de tamaño superior a 8 tienden a asentarse en vez de flotar. En conclusión, las nanoburbujas pueden deteriorar la calidad del agua en vez de mejorarlas porque los agregados formados por las nanoburbujas quedan en suspensión por un largo tiempo de estancamiento.

Yasui, Tuziuti y Kanematsu (2018) en su estudio indica que se presentan dos problemas principales sin resolver en las nanoburbujas a granel (burbujas de ultrafina), uno es el mecanismo de estabilidad de una nanoburbujas a granel y la segunda es si los radicales OH se producen a partir de no burbujas a granel en ausencia de un estímulo dinámico. Para el primer problema, se revisa en

detalle el modelo de equilibrio dinámico. En el modelo, una nanoburbuja a granel se estabiliza mediante una cobertura parcial de la superficie de la burbuja con un material hidrofóbico. Las imágenes TEM de nanoburbujas a granel parecen respaldar el modelo de equilibrio dinámico. Para este último problema, se revisan simulaciones numéricas de disolución de una nanoburbuja de aire en agua líquida. Los resultados de las simulaciones numéricas sugieren que no se produce ningún radical OH a partir de una nanoburbuja en disolución.

Núñez (2017) en su tesis cuyo objetivo fue recuperar la calidad de las aguas residuales de una fábrica envasadora de gaseosas inyectaron micronanoburbujas de aire, en consecuencia se redujo significativamente la conductividad eléctrica en un porcentaje de 8.4 (2500 mS/cm inicial a 2290 mS/cm final), turbidez en un porcentaje de 71,97 (152 NTU inicial a 42.6 NTU final), DBO que es la demanda bioquímica de oxígeno en un porcentaje de 99.89 (1892.7 mg/L inicial a 1.9 mg/L final) y un DQO que es la demanda química de oxígeno en un 99.13% (de 3681 mg/L a 32 mg/L). Concluyéndose que el tratamiento de micronanoburbujas redujo el pH, la conductividad, la turbidez, y los mejores porcentajes de remoción fueron en el DBO5 y DQO.

Leyva (2017) en su trabajo de investigación refiere que al aplicar nano burbujas de aire en el agua residual en la industria azucarera, la temperatura tratada fue de 23°C, la conductividad eléctrica preliminar de 1041 μ S/cm y la conductividad eléctrica tratada de 746 μ S/cm. Concluyeron en que los parámetros físicos se redujeron como consecuencia del tratamiento de nanoburbujas que nos da un resultado de pH preliminar de 8.92 y resultado del pH post tratamiento fue de 6.68, temperatura preliminar de 23.1°C

Sjogreen, et al. (2018) buscaron examinar la variabilidad de tamaño, niveles de agregación, temperatura, concentración y pH de la solución salina, mediante saturación de oxígeno en distintos periodos. La forma en que se atribuyó las nanoburbujas fue mediante el oxígeno por rotación en la solución salina de un ambiente expansivo. Aquella solución fue supeditada a una serie de ensayos fragmentados por distintos tiempos, así se pudo ver la variación en las nanoburbujas. Empleando el método de la disgregación dinámica de la luz obtuvieron el volumen de las nanoburbujas. Para saber cuál es el grado de

agregación y consistencia de las micronanoburbujas se cuantificó el potencial con diversos pH y temperaturas. Se percibió que el diámetro de las nanoburbujas persiste de 1000 a 2000 nm a una temperatura de 4 °C individualmente fuera del valor del pH las nanoburbujas llega a una superior estabilidad.

Villón (2017) en su tesis se centró en disminuir la conglomeración de las sustancias dañinas para el medio ambiente presentes en los líquidos residuales que fluyen de una instalación industrial de conservas de pescado a través de un periodo de tiempo usando micronanoburbujas aéreo; concluyendo que las propiedades físicas del agua residual mejoraron en forma relevante, después de la aplicación de micronanoburbujas aérea, en efecto se logró una remoción de hasta 89,5 % de sólidos suspendidos totales de un flujo de agua polucionada.

Acuña y Ayuque (2020), en su investigación que tuvo el objetivo de reducir la carga orgánica del efluente del camal de yerbateros, el tratamiento fue realizado en tres tiempos minutos 30. 60 y 90, como resultados pre tratamiento obtuvieron pH de 7.32, la temperatura de 19.8 °C, conductividad eléctrica de 1638 $\mu\text{s}/\text{cm}$, Turbidez de 105 NTU y coliformes totales 280000 NMP/100 mL, posteriormente se aplicaron las micronanoburbujas de aire, se obtuvieron valores finales con respecto a pH 7,69, una temperatura promedio de 19.3, la conductividad 1174 $\mu\text{s}/\text{cm}$, turbidez de 78.4 NTU y los coliformes totales 1100 NMP/100 mL, concluyendo la efectividad de las micronanoburbujas en el tratamiento tanto de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.

Campos y Tezen (2022), en su trabajo de investigación, busco la reducción de la carga orgánica del rio Lurín a nivel laboratorio, la muestra inicial mostro resultados de pH a 8.50, la Turbidez >1000 , la conductividad eléctrica de 3287 $\mu\text{S}/\text{cm}$, la temperatura de 21.71 °C, posteriormente se realizó el tratamiento empleando las micronanoburbujas en 3 tiempos, minuto 30, 60 y 90, posteriormente se realizó la medición de los parámetros mostrando resultados, un pH de 8.05, la turbidez 120 NTU, la conductividad 1193 $\mu\text{S}/\text{cm}$, una temperatura promedio de 21.25 °C, concluyendo que posteriormente realizada la aplicación de nanoburbujas se obtuvo resultados favorables con respecto a los parámetros fisicoquímicos mostrando una reducción a lo largo del tratamiento

Fernández (2019) en su investigación trató de rescatar la calidad del recurso hídrico del pantano de Villa, Chorrillos por medio de micronanoburbujas aéreo. Desarrolló en tres periodos distintos: 15, 30 y 45 minutos, de acuerdo con los resultados obtenidos se observa que los parámetros microbiológicos como los coliformes totales se redujeron de 920 NMP/100 mL a 20 NMP/100 mL, E. Coli se reduce de 79 NMP/100 mL a 23 NMP/100 mL. Para concluir se deduce que el método de inyección de micronanoburbujas es eficaz; las aguas de la laguna denominada Pantanos de Villa restablecen gran porcentaje de su calidad comparadas con el ECA para el agua.

Coaquira y Cauna (2021), en su trabajo de investigación, que tuvo el objetivo de determinar la eficiencia de fitorremediación de *schoenoplectus californicus* y *lemna minor* en la laguna Lagunillas, donde se obtuvo como valores iniciales respecto al pH un promedio de 8.32, con respecto a los parámetros microbiológicos se obtuvo 657.75 NMP/100mL, posteriormente se aplicó el *Schoenoplectus californicus* obteniendo resultados con respecto al pH de 8 con una eficiencia de 3.90 % y los coliformes Termotolerantes de obtuvo un valor final de 140 NMP/100mL con una eficiencia del 78.71%, y aplicando el *Lemna minor* se obtuvo un pH final de 8 y los coliformes Termotolerantes obtuvieron un valor de 1.8 con una eficiencia del 99.72 %, concluyéndose que en ambos casos se muestra una reducción de los parámetros químicos y microbiológicos.

Alfonzo (2017), en su trabajo de investigación, cuyo objetivo fue de evaluar la eficiencia de la semilla *Moringa oleífera* como coagulante, para la reducción de coliformes Termotolerantes en los pantanos de villa, se estudió ciertos parámetros como la conductividad un valor inicial de 24000 $\mu\text{s}/\text{cm}$, mientras tanto en los parámetros microbiológicos encontramos los coliformes Termotolerantes 22000 NMP/100 mL y el *Escherichia coli* un valor inicial de 2400 NMP/100 mL, posteriormente se empleó la *Moringa oleífera*, obteniendo los siguientes resultados con respecto a la conductividad la mejor reducción se obtuvo en la primera repetición final con un valor de 1000 $\mu\text{s}/\text{cm}$, y con respecto a los parámetros microbiológicos, los coliformes Termotolerantes se redujeron en tercera repetición final con un valor de 2400 NMP/mL y el *Escherichia coli* se redujo en la primera y segunda repetición final con un valor de 480 NMP/mL, concluyendo que efectividad de la *Moringa oleífera* en la reducción de ambos

parámetros con un porcentaje de remoción del 96% con respecto a la conductividad y los coliformes Termotolerantes con un porcentaje de remoción del 88.6 % y el *Escherichia coli* con un porcentaje de remoción del 80 %.

Pardo (2017) en su trabajo de investigación que tuvo como objetivo la reducción de las cianobacterias en los humedales de villa, empleando nanotecnología con ozono, en tres tiempos, minuto 5,10 y 15, donde se obtuvo valores iniciales de temperatura promedio de 21.5 °C, una conductividad eléctrica promedio de 5.2 $\mu\text{s}/\text{cm}$ y un pH promedio de 7.5, posteriormente de empleo la nanotecnología con ozono donde mostro resultados con una temperatura de 20.9 °C, con respecto al pH final fue de 8.2 y la conductividad eléctrica fue de 5.4 $\mu\text{s}/\text{cm}$.

Cueva (2021) en su trabajo de tesis tuvo la finalidad de quitar de las cisternas domésticas los coliformes totales presentes a través de la inyección de nanoburbujas en la urbanización “El Rosal de San Diego ubicado en San Martín de Porres (Lima)”. En esta investigación se realizó la cuantificación de la aglomeración inicial de coliformes como Pre-Prueba y la cuantificación de la aglomeración final de coliformes como una Post-Prueba, dentro del agua del tanque elevado. El procedimiento de la inyección de nanoburbujas se suscitó en 3 períodos diferentes los cuales son: 5, 10 y 15 minutos repitiendo 3 veces el mismo tratamiento; a los 5 minutos logró una eficacia de 66,67 %, dentro de los 10 minutos un 73,33 % y a los 15 minutos un 93,33 %. Cotejando los datos normativos sobre la calidad del agua en relación con a la ingesta de las personas, el LMP de indicadores sobre coliformes totales es $\leq 1,8$ NMP/100 mL; mientras el proceso de nanoburbujas que se realizó en el minuto 15 de la segunda aplicación y los periodos siguientes de la última aplicación nos arrojó un resultado de $< 1,1$ NMP/100 mL sobre coliformes totales. La técnica de nanoburbujas presenta una purificación de coliformes totales en el agua.

Méndez y Valverde (2018) en la investigación tuvieron como objetivo, disminuir el DQO y sustancias orgánicas presentes en el recurso hídrico polucionado con amoxicilina, la investigación fue aplicada a nivel laboratorio con la aplicación de micronanoburbujas aéreo. Los resultados muestran que el DBO en la primera muestra fue 76.9%, en la segunda muestra 56.3% y en la tercera

muestra 68.6%; con respecto a las sustancias orgánicas se obtuvo en la primera muestra un 65.8%, en la segunda muestra un 55.7% y en la tercera muestra un 40.9% luego de la aplicación de la técnica. Demostrando que las micronanoburbujas consiguieron disminuir el DQO y las sustancias orgánicas, concluyendo, que la utilización de las micronanoburbujas aéreas es efectiva para el tratamiento de DQO y sustancias orgánicas.

En relación a los antecedentes, es relevante trabajar en la descontaminación del agua, partiendo de definir la contaminación como la acción de introducir algún material o insumo en el agua modificando su calidad y composición, este problema se produce a escala mundial, y nos afecta a todos, por ello es responsabilidad de todos contribuir a cuidar y recuperar ese gran recurso, (Guadarrama; et al., 2016); para ello, los indicadores fisicoquímicos nos muestra información del recurso hídrico y tienen por ventaja que sus análisis presentan resultados más rápidos y pueden ser monitoreados con mayor frecuencia en comparación con los parámetros microbiológicos, (Rojas, 2018) entre los principales parámetros fisicoquímicos encontramos la temperatura, definida como la presencia o ausencia de calor en la materia, en todas sus estados, además tenemos la conductividad indicador de presencia de sales en forma ionizada, el agua limpia es un mal conductor de electricidad debido a su baja concentración de iones, el pH representa la intensidad de las condiciones ácidas o básicas del agua cuya escala va desde 0 (ácido) al 14 (alcalino) y 7 neutro. (López, 2021); otro parámetro es la turbidez, definida como el grado de transparencia que pierde el agua debido a la presencia de diminutas partículas de materia orgánica e inorgánica, microorganismos, plancton y algas (Avila & Villanueva, 2019).

Si hablamos de los parámetros microbiológicos encontraremos a los Coliformes Termotolerantes también conocidos por el nombre de coliformes totales, llamados así por su capacidad de tolerar temperaturas de 45°C promedio, podemos mencionar que el coliforme de más significancia de este conjunto es el *Escherichia coli* (Gamarra y Portal, 2018), el cual es un germen patógeno que se encuentran con mayor frecuencia en el intestino de personas y animales, y la presencia de este contaminante nos muestra indicios de la existencia de heces humanas y heces animales, cabe mencionar que existe

muchos tipos de *Escherichia coli*, y por lo general se encuentra en los intestinos de forma natural y desempeña un papel primordial como ayudar a digerir alimentos, pero existe otra variedad de *Escherichia Coli* que pueden generar malestares como diarrea u otras enfermedades. (OMS, 2018).

Para poder tratar estos parámetros empleamos la Nanotecnología, las burbujas que encontramos en un líquido son observables al ojo humano cuando su tamaño es lo suficiente, podemos observar ese fenómeno en las gaseosas, pero si hablamos de las Micronanoburbujas estas cuentan con características que las hacen especiales y las diferencian de las burbujas ordinarias (microburbujas) ya que presentan un tamaño reducido de 1 μm a 100 μm , y tienen la capacidad de cambiar las características del agua la diferencia con una burbuja normal es que esta sube rápidamente hacia la superficie, pero las micronanoburbujas permanecen en el agua más tiempo. (Hempel, 2020).

Para la formación de estas micronanoburbujas se requiere el equipo generador de micronanoburbujas que utiliza la elevada fuerza de la bomba para mezclar agua y gas, las micronanoburbujas al ser tan pequeñas tienen una elevada resistencia en el líquido lo que les permite tardar en subir a la superficie, generando mayor contacto con los contaminantes presentes en el líquido, mejorando las características del agua (Macassi, 2017).



Figura N° 1: Equipo generador de micronanoburbujas

Fuente: Elaboración Propia

Uno de los parámetros importantes en el proceso es la velocidad de ascenso que dependerá de las características físicas del agua, por lo tanto, la velocidad de ascenso cumple con la ecuación de Stokes aplicada a esferas sólidas. (Sjogreen, 2018)

$$v = \frac{\rho g d^2}{18n} \dots\dots\dots (1)$$

Donde:

v: velocidad de ascenso

p: densidad del líquido

g: aceleración de la gravedad

d: diámetro de la burbuja

n: viscosidad del líquido

y empleando la ecuación de Young- Laplace se efectuará la presión interna

$$P = Pl + \frac{4\sigma}{db} \dots\dots\dots (2)$$

Donde:

P: presión de la burbuja

PL: presión del líquido

σ : tensión superficial

db: diámetro de la burbuja

Cabe resaltar que la aplicación de las nanoburbujas es un campo muy amplio, empezando por la industria alimentaria, para la producción de bebidas carbonatadas, hasta el uso por la agricultura y la producción aeróbica de la levadura acelerando el crecimiento e incrementado su rendimiento (Vásquez, 2020), también aplicado exitosamente en la mejora del crecimiento de los peces de cultivo, estimulando su crecimiento reduciendo su tiempo de cosecha (Hempel, 2020).

Por otro lado, el Marco legal aplicable en esta investigación está conformado por la Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos, Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA, Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales, la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente. Dentro del numeral 31.1 del artículo 31, nos dice que el ECA establece parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo; para que no presente riesgos significativos para la salud de las personas ni al ambiente y el D.S. N° 004-2017-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua.

Es así que el ECA define los valores para parámetros físicos, químicos y microbiológicos para la calidad del agua, como se muestra a continuación (ver Anexo N° 15).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación:

El tipo de investigación es aplicada porque busca la generación de conocimiento con la aplicación directa a los problemas de la sociedad, y tiene orientación cuantitativa porque las variables se miden con respecto a parámetros numéricos (Quezada, 2019).

Es de diseño experimental de tipo pre experimental, donde se realiza una medición preliminar de la variable dependiente es decir una pre prueba luego se efectúa otra medición a la variable independiente en este caso vendría a ser una post prueba, es correcto decir que la variable independiente (micronanoburbujas de aire) manipula a la variable dependiente (propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del agua de la laguna Huacachina) es así que este diseño le permite al autor tener un control (Arias y Covinos, 2021).

La presente investigación se desarrollará bajo la siguiente fórmula:

E: O1-X-02 (3)

GE: Grupo experimental.

O1: Medición Preliminar al Procedimiento (concentraciones de la laguna Huacachina).

X: Micronanoburbujas de aire (Tratamiento).

O2: Medición posterior al Tratamiento (eficiencia).

3.2. Variables y Operacionalización:

VD: Reducción de los parámetros Físico – Químicos.

VI: Micronanoburbujas de aire.

Ver (Anexo N° 2)

3.3. Población, Muestra, Muestreo:

Población, según Arias y Miranda (2016); considera a un grupo de temas asequibles indispensables para escoger la muestra en la presente investigación, cumpliendo criterios preestablecidos. Para esta investigación la población estuvo conformada por las aguas de la laguna Huacachina, es un oasis ubicado a 5 kilómetros al oeste de la ciudad de Ica, en la Región de Ica, Perú.

Muestra, menciona Toledo (2016), que es considerada como un fragmento de la población y considerada como un subgrupo de la población, asimismo se debe definir las características de la población. La presente investigación se realizó a nivel de laboratorio, para lo cual se tomaron como muestra 48 litros, provenientes de la laguna Huacachina, empleándose 12 litros por cada una de las 4 repeticiones.

Muestreo: Toledo (2016), afirma que es la elección de las unidades en la investigación dentro de una población. Por lo tanto, el tipo de muestreo de la investigación es probabilístico aleatorio simple, las muestras fueron examinadas pre y post tratamiento.

Unidad de Análisis: Gallardo (2017), afirma que es conformada por las partes de una población y la muestra. Por lo tanto, la unidad de análisis fue el litro (L) de agua de la laguna Huacachina para posteriormente ejecutar la medición de algunos parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.

3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos:

En este trabajo utilizamos las técnicas de observación de los datos, revisión documentaria y análisis de la interpretación de los resultados observables.

Los instrumentos que se emplearon en la siguiente investigación fueron:

Ficha N° 1 Etiqueta para muestra de agua. (Ver Anexo N° 3)

Ficha N° 2 Identificación del punto de monitoreo. (Ver Anexo N° 4)

Ficha N° 3 Cadena de custodia. (Ver Anexo N° 5)

Ficha N° 4 Evaluación de parámetros físicos. (Ver Anexo N° 6)

Ficha N° 5 Evaluación de parámetros químicos. (Ver Anexo N° 7)

Ficha N° 6 Evaluación de parámetros microbiológicos. (Ver Anexo N° 8)

Ficha N° 7 Caracterización de micronanoburbujas. (Ver Anexo N° 9)

Tabla N° 1: Porcentaje de validez de instrumentos

Expertos de la validación	(%) de Validez
Ing. Abel A. Rivera Ccoyllo	90%
Ing. Amy W. Gonzáles Esquivel	95 %
Ing. Henry Riveros Alvizuri	85%

Fuente: Elaboración propia

3.5. Procedimientos:

Primera Etapa: Ubicación de los puntos de muestreo, esta investigación se desarrolló en la laguna Huacachina ubicada en Ica, considerado un oasis natural rodeado de vegetación y dunas del desierto, cuenta con diversos recursos naturales y servicios ecosistémicos de gran importancia como son el almacenaje y depuración de aguas, la fijación de carbono y la presencia de abundante turismo.

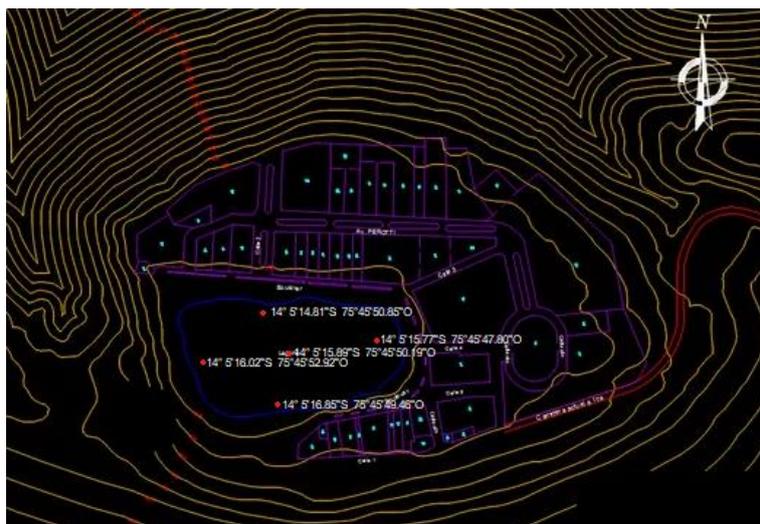


Figura N° 2: Puntos de monitoreo en la laguna Huacachina

Fuente: ArcGIS

Segunda Etapa: Recolección de la muestra inicial, una vez ubicados los puntos de muestreo, se procedió a recolectar las muestras de agua provenientes de la laguna Huacachina, haciendo uso de los EPP correctamente antes de iniciar la recolección. Posteriormente la muestra colectada consistente en 5 galones depositadas en 4 envases de polietileno para ser transportados al Laboratorio CINCADER, ubicado en los Olivos, Mz. M Lt. 24, se tuvo en cuenta el uso de instrumento de cadena de custodia.



Figura N° 3: Recolección de la muestra de agua

Fuente: Elaboración propia

Tercera Etapa: Aplicación de micronanoburbujas de aire; una vez instalado correctamente el sistema del equipo generador de micronanoburbujas patentado por el Dr. Jhonny Valverde Flores (ver figura 4), se procedió a limpiarlo con agua potable y agua desionizada, luego se procedió a verter parte de la muestra para homogenizar el agua sobrante en los conductos del equipo y evitar datos inexactos, antes de iniciar con la aplicación de micronanoburbujas se procedió a filtrar las partículas suspendidas las muestras de agua, con el propósito de evitar la obstrucción del equipo generador de micronanoburbujas.



Figura N° 4: Filtrado de la muestra de agua

Fuente: Elaboración Propia

El agua ya filtrada fue vertida en uno de los dos compartimentos del equipo que cuentan con capacidad de 15 litros aproximadamente cada compartimento, los cuales fueron distribuidos por una bomba recorriendo todo el sistema, hasta llegar al generador de micronanoburbujas, donde se produjo el tratamiento, este generador es contantemente inyectado con aire por una compresor, para que generen micronanoburbujas que entraran con contacto con los contaminantes presentes en la muestra, este tratamiento se llevó a cada en 4 repeticiones cada repetición en 3 tiempos establecidos, minuto 30, 60 y 90, donde una vez llegado el tiempo establecido se procedió a recolectar la muestras postratamiento, para la determinación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos requeridos.



Figura N° 5: Sistema de tratamiento con micronanoburbujas

Fuente: Elaboración propia

Cuarta Etapa: Análisis de la muestra final, se transportó al laboratorio DAXER LAV Perú, donde se realizó la medición de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, teniendo en cuenta el uso de instrumento de cadena de custodia final.

Quinta Etapa: Comparación de los resultados para la redacción del informe final, se realizó una comparación pre y post tratamiento aplicando micronanoburbujas a la muestra de agua, determinando el porcentaje de reducción de los parámetros estudiados.

3.6. Método de Análisis de datos:

Se desarrolló, empleando el programa Excel 2019, donde se registró los datos provenientes del análisis inicial y final de los parámetros estudiados, se elaboraron tablas, gráficos de los datos obtenidos y el análisis estadístico se hizo mediante el programa SPSS 25.

3.7. Aspectos éticos

Cualquier tipo de información empleada no será manipulada ni plagiada, porque se respetará la pertenencia intelectual, mencionando a los autores que fueron empleados en la totalidad de la investigación. Asimismo, se utilizó la Norma ISO para evitar errores y plagio.

En paralelo también se tomó en cuenta los lineamientos implantados por la UCV como son: RCUN 0531-2021-UCV en concordancia con la propiedad intelectual de los artículos revisados, RCUN 0262-2020 referente al código de ética e investigación y por último RVI N 0262-2021-VI-UCV respecto a la autenticidad e integridad científica de los productos de investigación de la UCV.

IV. RESULTADOS

4.1 Características del agua de la Laguna Huacachina

Se realizó el análisis preliminar de las muestras de agua de la Laguna Huacachina en relación con los Estándares de Calidad para el agua (ECA's para el agua), categorías 1 y 4.

Tabla N° 2: Características del agua de la Laguna Huacachina

N° DE MUESTRA	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	VALOR	ECA CATEGORÍA 1	ECA CATEGORÍA 4
T0	Potencial de Hidrógeno	pH	9.3	6,0 a 9,0	6,5 a 9,0
T0	Temperatura	°C	20.9	**	Δ 3
T0	Conductividad Eléctrica	μS/cm	1172	**	1 000
T0	Turbidez	NTU	65.4	100	**
T0	Coliformes Fecales	NMP/100mL	12.6	200	1 000
T0	<i>Escherichia Coli</i>	NMP/100mL	Presencia	Ausencia	**

Fuente: Elaboración propia

La tabla N° 2, nos muestra las mediciones iniciales pre tratamiento de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos; el pH del agua presenta valor neutro de 7.87, temperatura de 20.9 °C, conductividad eléctrica de 1172 μS/cm, turbidez de 65.4 NTU. Por otro lado, un valor de 12.6 NMP/100mL de Coliformes Fecales y presencia de *Escherichia Coli* con un valor de 7.5 NMP/100mL en la Laguna Huacachina (Ica).

4.2 Efecto de las micronanoburbujas en los parámetros físicos del agua

Se evaluaron los parámetros temperatura, conductividad eléctrica y turbidez.

Tabla N° 3: Efecto de las MNB en la temperatura del agua

Muestra	Temperatura (°C)					
	Inicial	ECA Categoría 1	ECA Categoría 4	Al aplicar MNB		
				30 min	60 min	90 min
M0	20.9°C	**	Δ 3			
M1				21.0	21.0	20.9
M2				21.0	21.1	21.1
M3				21.0	21.0	21.1
M4				21.0	20.9	21.0
PROMEDIO	20.9°C	**	Δ 3	21.0	21.0	21.0

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede apreciar en la Tabla N° 3, se obtuvo de temperatura un valor promedio de 21.0 °C en los 3 tiempos de aplicación de la micronanoburbujas; valor que es ligeramente superior a la temperatura inicial por 0.1°C.

Respecto a la conductividad eléctrica, se tiene:

Tabla N° 4: Efecto de las MNB en la conductividad eléctrica del agua

Muestra	Conductividad eléctrica (uS/cm)					
	Inicial (uS/cm)	ECA Categoría 1	ECA Categoría 4	Al aplicar MNB		
				30 min	60 min	90 min
M0	1172.0	**	1000.0			
M1				1070.0	1035.0	958.0
M2				1153.0	1060.0	1002.0
M3				1151.0	1007.0	984.0
M4				1173.0	1058.0	987.0
PROMEDIO	1172.0	**	1000.0	1136.8	1040.0	982.8

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede apreciar en la Tabla N° 4, a mayor tiempo, mayor reducción de la conductividad eléctrica. A los 30 minutos de aplicación de micronanoburbujas se obtuvo en promedio 1136.8 uS/cm; a los 60 minutos el promedio fue 1040.0 uS/cm, y a los 90 minutos el promedio fué de 982.8 uS/cm. Por otro lado, se observa que la aplicación de la micronanoburbujas reduce la conductividad eléctrica con respecto al valor inicial.

La aplicación de MNB en el tiempo de 90 minutos permitió reducir la conductividad eléctrica a niveles inferiores a lo establecido en el ECA categoría 4.

En cuanto a la turbidez se obtuvo:

Tabla N° 5: Efecto de las MNB en la turbidez del agua.

Muestra	Inicial (NTU)	Turbidez (NTU)				
		ECA Categoría 1 (NTU)	ECA Categoría 4 (NTU)	Al aplicar MNB		
				30 min	60 min	90 min
M0	65.4	100	**			
M1				41.7	23.0	11.8
M2				46.5	18.3	10.7
M3				38.2	19.5	10.7
M4				40.3	28.8	12.6
PROMEDIO	65.4	100	**	41.7	22.4	11.5

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede apreciar en la Tabla N° 5, el valor inicial de la turbidez fue de 65.4 NTU, la misma que se ha reducido al aplicar la micronanoburbujas; bajo a 41.7 NTU en el tiempo de 30 minutos, se redujo a 22.4 NTU al aplicar 60 minutos y se redujo hasta 11.5 NTU a los 90 minutos.

Las aguas de la Laguna Huacachina antes y después del tratamiento, mostraban valores de turbidez inferiores a lo establecido en el ECA categoría 1.

4.3 Efecto de las micronanoburbujas en el parámetro químico del agua

Tabla N° 6: Efecto de las MNB en el pH del agua

Muestra	Potencial de Hidrógeno (pH)					
	Inicial	ECA	ECA	Al aplicar MNB		
		Categoría 1	Categoría 4	30 min	60 min	90 min
M0	9.3	6,0 a 9,0	6,5 a 9,0			
M1				8.97	8.60	8.21
M2				9.30	8.54	8.05
M3				8.79	8.12	7.70
M4				9.18	8.62	7.96
PROMEDIO	9.3	6,0 a 9,0	6,5 a 9,0	9.06	8.47	7.98

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede apreciar en la Tabla N° 6, los valores del pH del agua nos indican que son alcalinas, al mismo tiempo se han reducido con respecto al valor inicial. Al aplicar MNB por 30 minutos se tiene en promedio 9.06; a los 60 minutos 8.47 y a los 90 minutos 7.09; la mayor reducción del pH se obtiene a los 90 minutos. Los valores del pH, obtenidos para 60 y 90 minutos se encuentra en el rango establecido en el ECA categoría 1 y categoría 4.

4.4 Efecto de las micronanoburbujas en los parámetros microbiológicos del agua

Tabla N° 7: Valores de coliformes fecales en el agua

Muestra	Coliformes Fecales (NMP/100mL)					
	Inicial (NMP/100mL)	ECA	ECA	Al aplicar MNB		
		Categoría 1	Categoría 4	30 min	60 min	90 min
M0	12.6	200	1000			
M1				11.8	9.0	8.5
M2				11.0	8.9	8.1
M3				11.2	9.1	7.5
M4				12	9.5	8.0
PROMEDIO	12.6	200	1000	11.5	9.1	8.0

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede apreciar en la Tabla N° 7, se obtuvo en promedio 11.5 NMP/100mL los minutos 30; 9.1 NMP/100mL de promedio para 60 minutos y un promedio de 8.0 NMP/100mL en los minutos 90. Todos los tratamientos son inferiores al valor inicial de coliformes fecales presentes en el agua e inferiores al ECA categoría 1 y categoría 4.

Respecto a *Escherichia Coli* se tiene:

Tabla N° 8: Valores de *Escherichia Coli* en el agua

Muestra	Inicial (NMP/100mL)	<i>Escherichia Coli</i> (NMP/100mL)		Al aplicar MNB		
		ECA Categoría 1	ECA Categoría 4	30 min	60 min	90 min
M0	7.5	Ausencia	**			
M1				5.1	3.7	< 1.0
M2				4.8	2.9	< 1.0
M3				5.2	2.8	< 1.0
M4				5.5	3.3	< 1.0
PROMEDIO	7.5	Ausencia	**	5.2	3.2	< 1.0

Fuente: Elaboración Propia

La Tabla N° 8, muestra presencia de *E. coli* antes y después del tratamiento, valores críticos con respecto al ECA categoría 1 y categoría 4. El menor valor promedio se obtuvo al aplicar MNB por 90 minutos (< 1.0 NMP/100mL), el valor más alto fue al aplicar 30 minutos (5.2 NMP/100mL).

4.5 Caracterización de las micronanoburbujas

La caracterización de las micronanoburbujas fue realizada en el estudio empleando un microscopio trinocular modelo BM-120T-Luz LED, la cámara de 5 megapíxeles y el software digitalCam.

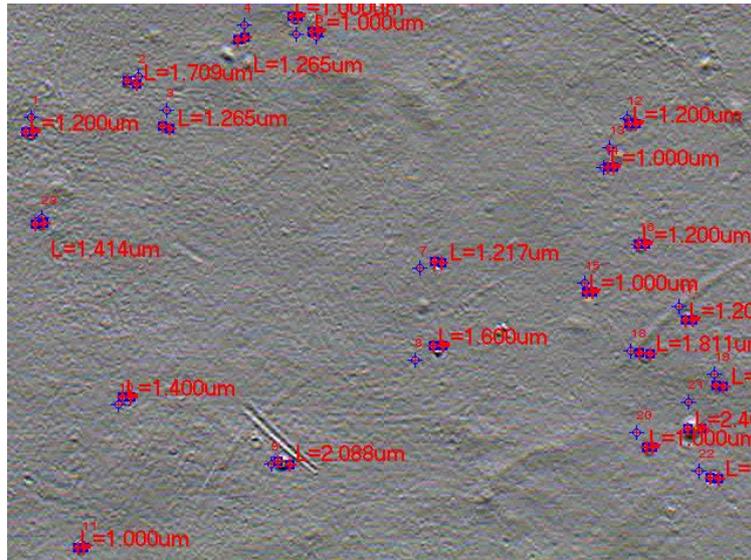


Figura N° 6: Cantidad y diámetro de las micronanoburbujas M1-90

Fuente: Elaboración propia

En la Figura N° 6, podemos observar la cantidad y diámetro promedio de micronanoburbujas presentes en una gota de la muestra M1-90; se tiene 22 micronanoburbujas con un diámetro promedio de 1.307 μm.

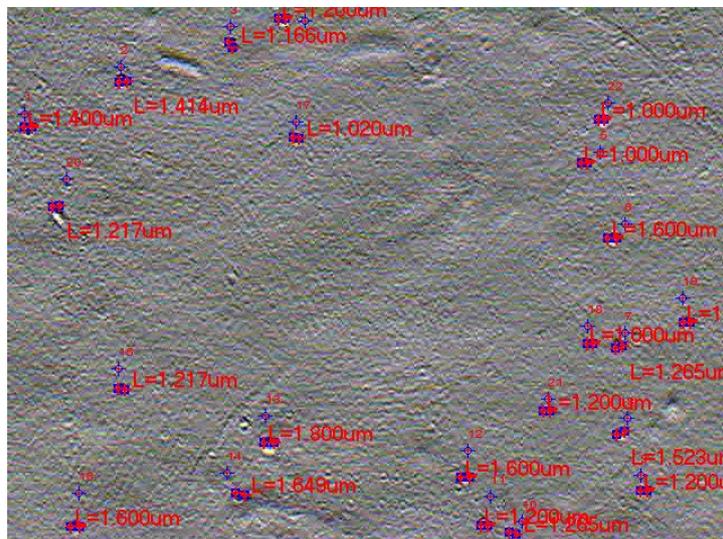


Figura N° 7: Cantidad y diámetro de las micronanoburbujas M2-90

Fuente: Elaboración propia

En la Figura N° 7, podemos observar la cantidad y diámetro de micronanoburbujas de aire presentes en una gota de la muestra M2-90, contándose 22 micronanoburbujas, con un diámetro promedio de 1.305 μm.

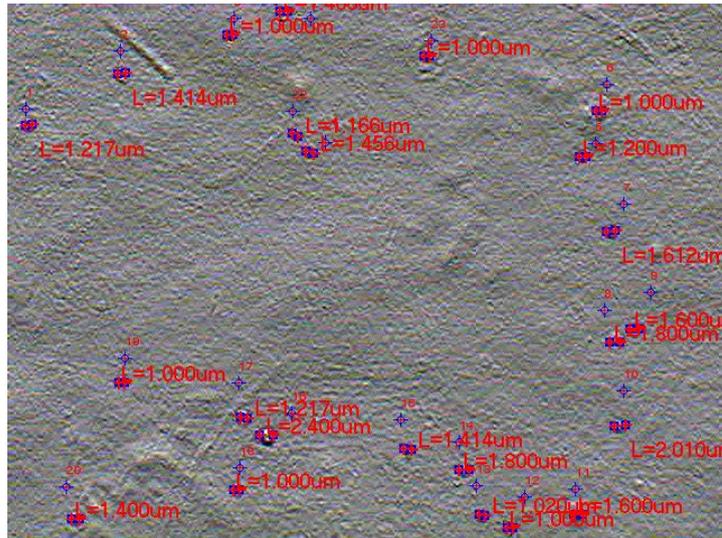


Figura N° 8: Cantidad y diámetro de las micronanoburbujas M3-90

Fuente: Elaboración propia

En la Figura N° 8, podemos observar la cantidad y diámetro de las micronanoburbujas de aire presentes en una gota de la muestra M3-90, se tiene 23 micronanoburbujas, con un diámetro promedio de 1.379 μm

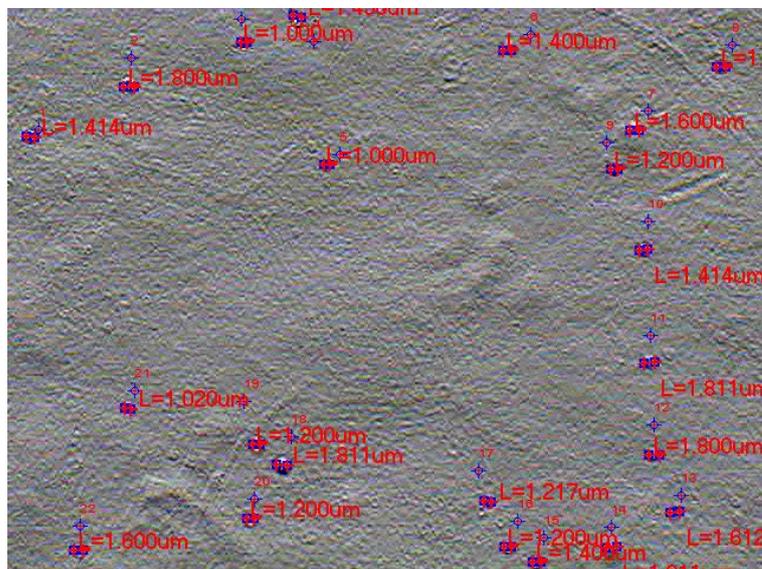


Figura N° 9: Cantidad y diámetro de las micronanoburbujas M4-90

Fuente: Elaboración propia

En la Figura N° 9, podemos observar la cantidad y diámetro de micronanoburbujas presentes en una gota de la muestra M4-90; 22 micronanoburbujas, con un diámetro promedio de 1.405 μm .

Tabla N° 9: Diámetro de las micronanoburbujas

MUESTRA	DIAMETRO
M1-90	1.307 μm
M2-90	1.305 μm
M3-90	1.379 μm
M4-90	1.405 μm
Promedio	1.349 μm

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N°9 se presenta el diámetro de las MNB, las cuales se encuentran en el rango de 1.305 μm a 1.405 μm; con un promedio de 1.349 μm.

La velocidad de ascenso de las MNB se efectuó por medio de la siguiente ecuación:

$$v = \frac{998.2 \text{ kg/m}^3 (9.8 \text{ m/s}^2) (1.349 \text{ } \mu\text{m})}{18(1.005 \times 10^{-3} \text{ m/s}^2)} \dots\dots\dots (4)$$

$$v = 9.84 \times 10^{-7} \text{ m/s}$$

Tabla N° 10: Velocidad de ascenso de las micronanoburbujas

MUESTRA	VELOCIDAD DE ASENSO
M1-90	9.237 x 10 ⁻⁷ m/s
M2-90	9.209 x 10 ⁻⁷ m/s
M3-90	1.028 x 10 ⁻⁶ m/s
M4-90	1.067 x 10 ⁻⁶ m/s
Promedio	9.84 x 10⁻⁷ m/s

Fuente Elaboración propia

La velocidad de ascenso de las MNB presenta un valor mínimo de 9.209 x 10⁻⁷ m/s y un valor máximo de 1.067 x 10⁻⁶ m/s, siendo el promedio de ascenso de las micronanoburbujas de 9.84 x 10⁻⁷ m/s.

A fin de obtener la presión interna de las MNB, se aplicó la ecuación de Youg-Laplace se efectuó la presión interna:

$$P = Pl + \frac{4\sigma}{db} \dots\dots\dots (5)$$

$$p. g. h = 998.2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times 0.6 \text{ m} = 5.869.416 \text{ pa} = 0.0579 \text{ atm}$$

σ : tensión superficial = 0.728 N/m

db: diámetro de la burbuja = 1.349 μm

$$P = 0.0579 + \frac{4(0.0728 \frac{\text{N}}{\text{m}})}{1.349}$$

$$P = 0.0579 + 0.216$$

$$P = 0.274 \text{ atm}$$

Tabla N° 11: Presión interna de las micronanoburbujas

MUESTRA	PRESIÓN INTERNA
M1-90	0.280 atm
M2-90	0.281 atm
M3-90	0.269 atm
M4-90	0.265 atm
Promedio	0.274 atm

Fuente: Elaboración propia

La presión interna de las MNB osciló entre 0.265 atm y 0.280 atm, con un promedio de 0.274atm

Tabla N° 12: Caracterización de micronanoburbujas de las 4 muestras

Caracterización de micronanoburbujas	
Características	Valores
Diámetro de la burbuja	1.349 μm
N° de burbujas en una gota	22 unidades
Presión interna	0.24 atm
Velocidad de ascenso	$9.84 \times 10^{-7} \text{ m/s}$
Temperatura	21 °C

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N°12, se puede ver el diámetro promedio, el número de micronanoburbujas en 1 gota, la presión interna, la velocidad de ascenso y la temperatura promedio de las 4 muestras.

4.6 Efecto de las MNB en las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del agua.

Tabla N° 13: Reducción turbidez aplicando MNB

Muestras	Turbidez (NTU)	Reducción	Porcentaje (%)
Muestra inicial	65.4		
M1-30	41.7	23.7	36.2%
M1-60	23.0	42.4	64.8%
M1-90	11.8	53.6	82.0%
M2-30	46.5	18.9	28.9%
M2-60	18.3	47.1	72.0%
M2-90	10.7	54.7	83.6%
M3-30	38.2	27.2	41.6%
M3-60	19.5	45.9	70.2%
M3-90	10.7	54.7	83.6%
M4-30	40.3	25.1	38.4%
M4-60	28.8	36.6	56.0%
M4-90	12.9	52.5	80.3%

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la Tabla N° 13, el efecto de las MNB es reducir la turbidez del agua. El mayor porcentaje de reducción se produjo en el tratamiento número 3 minuto 90, logrando un 83.6% y la menor reducción fue en el tratamiento 2 a los 30 minutos con una reducción de 18.9 NTU correspondiente al 28.9%.

Tabla N° 14: Efecto de las MNB en la conductividad eléctrica

Muestras	Conductividad Eléctrica ($\mu\text{S/cm}$)	Reducción	Porcentaje (%)
Muestra inicial	1172		
M1-30	1070	102	8.7%
M1-60	1035	137	11.7%
M1-90	958	214	18.3%
M2-30	1153	19	1.6%
M2-60	1060	112	9.6%
M2-90	1002	170	14.5%
M3-30	1151	21	1.8%
M3-60	1007	165	14.1%
M3-90	984	188	16.0%
M4-30	1173	0	0.0%
M4-60	1058	114	9.7%
M4-90	987	185	15.8%

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la Tabla N° 14, el efecto de las MNB es reducir la conductividad eléctrica del agua. La mayor reducción se produjo en el tratamiento número 1 minuto 90, logrando 958 $\mu\text{S/cm}$, porcentualmente 18.3% de reducción. En el caso del tratamiento 4 a los 30 minutos, las MNB no produjeron efecto alguno.

En cuanto a la temperatura, las MNB no generaron ningún cambio.

- Efecto de las MNB en el pH del agua

Muestras	Potencial hidrógeno (pH)	Reducción	Porcentaje (%)
Muestra inicial	9.3		
M1-30	8.97	0.33	3.55%
M1-60	8.60	0.7	7.53%

M1-90	8.21	1.09	11.72%
M2-30	9.30	0	0%
M2-60	8.54	0.79	8.17%
M2-90	8.05	1.25	13.44%
M3-30	8.79	0.51	5.48%
M3-60	8.12	1.18	12.69%
M3-90	7.70	1.6	17.20%
M4-30	9.18	0.12	1.29%
M4-60	8.62	0.68	7.31%
M4-90	7.96	1.34	14.40%

El pH se neutralizo, reduciéndose de 9.3 a 7.70 en la muestra número 3 en el minuto 90, este parámetro se consideró para darnos cuenta si es posible la existencia de vida acuática en la Laguna Huacachina, lo que nos muestra que está dentro del rango de un pH normal establecido por el ECA.

- Efecto de la MNB en los parámetros microbiológicos

Tabla N° 15: Efecto de MNB en los Coliformes Fecales del agua

Muestras	Coliformes fecales	Reducción	Porcentaje (%)
Muestra inicial	12.6		
M1-30	11.8	0.8	6.3%
M1-60	9	3.6	28.6%
M1-90	8.5	4.1	32.5%
M2-30	11	1.6	12.7%
M2-60	8.9	3.7	29.4%
M2-90	9.4	3.2	25.4%
M3-30	11.2	1.4	11.1%
M3-60	9.1	3.5	27.8%
M3-90	7.5	5.1	40.5%
M4-30	12	0	0.0%
M4-60	9.5	3.1	24.6%
M4-90	8	4.6	36.5%

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la Tabla N° 15, Las MNB reducen la cantidad de coliformes fecales presentes en el agua. El mayor porcentaje de reducción se presenta en el tratamiento número 3 minuto 90, logrando un 40.5% de porcentaje de reducción. Por otro lado, la muestra M4 a 30 minutos no sufrió ningún efecto en relación al valor inicial.

Tabla N° 16: Efecto de MNB en valores de *Escherichia Coli* aplicando MNB

Muestras	<i>Escherichia coli</i>	Reducción	Porcentaje (%)
Muestra inicial	7.5		
M1-30	5.1	2.4	32%
M1-60	3.7	3.8	51%
M1-90	< 1.0	6.5	>88%
M2-30	4.8	2.7	36%
M2-60	2.9	4.6	61%
M2-90	< 1.0	6.5	>88%
M3-30	5.2	2.3	31%
M3-60	2.8	4.7	63%
M3-90	< 1.0	6.5	>88%
M4-30	5.5	2.0	27%
M4-60	3.3	4.2	56%
M4-90	<1.0	6.5	>88%

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la Tabla N° 16, el efecto reductor que producen las MNB en los valores de *E. Coli*. Los mejores resultados en el minuto 90 de tratamiento, logrando un porcentaje de remoción mayor del 88%, confirmando la efectividad de las micronanoburbujas en la reducción de este parámetro microbiológico.

4.7 Análisis estadístico y pruebas de hipótesis

Hipótesis específica 1

Ho: Las micronanoburbujas influyen en los parámetros físicos del agua de la laguna Huacachina y no se ajustan a una distribución normal.

Ha: Las micronanoburbujas influyen en los parámetros físicos del agua de la laguna Huacachina, ajustándose a una distribución normal.

Regla p valor ≤ 0.05 , la distribución no es normal (No paramétrico)

Regla p valor > 0.05 , la distribución es normal (Paramétrico)

Se empleará la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, ya que los datos contenidos son menores a 50 datos.

Tabla N° 17: Resumen de procesamiento de casos hipótesis específica 1

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Inicial_Conductividad	12	100,0%	0	0,0%	12	100,0%
Final_Cnductividad	12	100,0%	0	0,0%	12	100,0%
Inicial_Turbidez	12	100,0%	0	0,0%	12	100,0%
Final_Turbidez	12	100,0%	0	0,0%	12	100,0%

Fuente: Procesamiento de datos SPSS IBM

Tabla N° 18: Prueba de normalidad hipótesis específica 1

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Inicial_Conductividad	.	12	.	.	12	.
Final_Conductividad	,162	12	,200*	,909	12	,209
Inicial_Turbidez	.	12	.	.	12	.
Final_Turbidez	,168	12	,200*	,880	12	,087

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

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Procesamiento de datos SPSS IBM

Como el p valor es mayor que el nivel de significancia (0.05), concluyendo que los datos se adecuan a una distribución normal, es decir los datos son paramétricos.

Hipótesis específica 2

Ho: Las micronanoburbujas influyen en los parámetros químicos del agua de la laguna Huacachina y no se ajustan a una distribución normal.

Ha: Las micronanoburbujas influyen en los parámetros químicos del agua de la laguna Huacachina, ajustándose a una distribución normal.

Regla p valor ≤ 0.05 , la distribución no es normal (No paramétrico)

Regla p valor > 0.05 , la distribución es normal (Paramétrico)

Se empleará la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, ya que los datos contenidos son menores a 50 datos.

Tabla N° 19: Resumen de procesamiento de casos hipótesis específica 2

Resumen de procesamiento de casos

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Inicial_pH	12	100,0%	0	0,0%	12	100,0%
Final_pH	12	100,0%	0	0,0%	12	100,0%

Fuente: Procesamiento de datos SPSS IBM

Tabla N° 20: Prueba de normalidad hipótesis específica 2

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Inicial_pH	.	12	.	.	12	.
Final_pH	,136	12	,200*	,966	12	,867

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

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Procesamiento de datos SPSS IBM

Como el p valor es mayor que el nivel de significancia (0.05), concluyendo que los datos se adecuan a una distribución normal, es decir los datos son paramétricos.

Hipótesis específica 3

Ho: Las micronanoburbujas reducen los parámetros microbiológicos del agua de la laguna Huacachina y no se ajustan a una distribución normal.

Ha: Las micronanoburbujas reducen los parámetros microbiológicos del agua de la laguna Huacachina, ajustándose a una distribución normal.

Regla p valor ≤ 0.05 , la distribución no es normal (No paramétrico)

Regla p valor > 0.05 , la distribución es normal (Paramétrico)

Se empleará la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, ya que los datos contenidos son menores a 50 datos.

Tabla N° 21: Resumen de procesamiento de casos hipótesis específica 3

Resumen de procesamiento de casos

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Inicial_Coliformes	12	100,0%	0	0,0%	12	100,0%
Final_Coliformes	12	100,0%	0	0,0%	12	100,0%
Inicial_E. coli	12	100,0%	0	0,0%	12	100,0%
Final_E. Coli	12	100,0%	0	0,0%	12	100,0%

Fuente: Procesamiento de datos SPSS IBM

Tabla N° 22: Prueba de normalidad hipótesis específica 3

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Inicial_Coliforms	.	12	.	.	12	.
Final_Coliforms	,197	12	,200*	,905	12	,186
Inicial_E. coli	.	12	.	.	12	.
Final_E. Coli	,214	12	,135	,865	12	,057

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

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Procesamiento de datos SPSS IBM

Como el p valor es mayor que el nivel de significancia (0.05), concluyendo que los datos se adecuan a una distribución normal, es decir los datos son paramétricos.

Hipótesis General

Ho: Las micronanoburbujas de aire no mejoran las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del agua de la laguna Huacachina, Ica 2022.

Ha: Las micronanoburbujas de aire mejoran las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del agua de la laguna Huacachina, Ica 2022.

μ_a : Media antes de la aplicación de las nanoburbujas aéreas

μ_d : Media después de aplicación de las nanoburbujas aéreas

Regla de decisión:

Si: $\mu_a \leq \mu_d$ se acepta la H_0

Si: $\mu_a > \mu_d$ se acepta la H_a

Tabla N° 23: Resultados estadísticos descriptivos

Estadísticos descriptivos

	N	Media	Desv. Desviación
Inicial_pH	12	9,3000	,00000
Final_pH	12	8,5033	,50415
Ini_Conductividad	12	1172,0000	,00000
Fin_Conductividad	12	1053,1667	72,33110
Inicial_Turbidez	12	65,4000	,00000
Final_Turbidez	12	25,1750	13,41526
Inicial_Coliformes	12	12,6000	,00000
Final_Coliformes	12	9,5500	1,55593
Inicial_E. coli	12	7,5000	,00000
Final_E. Coli	12	3,1083	1,78960

Fuente: Procesamiento de datos SPSS IBM

Como podemos observar la media de la aplicación de micronanoburbujas a sido afectada, mostrando una reducción como en el pH de 9.3 a 8.5, la conductividad de 1172 a 1053, la turbidez de 65.4 a 25.1 o los coliformes de 12.6 a 9.5, el E. Coli de 7.5 a 3.1, según la regla de decisión es correcto afirmar que se acepte la hipótesis alterna y rechazar la hipótesis nula, se realiza la comprobación empleando el estadígrafo de la Prueba T de Student para muestras relacionadas, ya que ambas con paramétricas.

Regla de decisión:

Si: $p \leq 0,05$ Se rechaza la hipótesis nula

Tabla N° 24: Prueba de muestras emparejadas

Prueba de muestras emparejadas

		Diferencias emparejadas								
		Media	Desv. Desviació n	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)	
					Inferior	Superior				
Par 1	Inicial_pH - Final_pH	,79667	,50415	,14554	,47634	1,11699	5,474	11	,000	
Par 2	Inicial_Conductivida d - Final_Conductividad	118,83 333	72,33110	20,88019	72,87635	164,79032	5,691	11	,000	
Par 3	Inicial_Turbidez - Final_Turbidez	40,225 00	13,41526	3,87265	31,70135	48,74865	10,38 7	11	,000	
Par 4	Inicial_Coliformes - Final_Coliformes	3,0500 0	1,55593	,44916	2,06141	4,03859	6,790	11	,000	
Par 5	Inicial_E. coli - Final_E. Coli	4,3916 7	1,78960	,51661	3,25461	5,52872	8,501	11	,000	

Fuente: Procesamiento de datos SPSS IBM

Se puede verificar que el valor de significancia es inferior a 0.005 lo que nos demuestra que es correcto afirmar que se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula.

V. DISCUSIONES

En este capítulo presentamos la discusión de los antecedentes contados en la presente investigación, se tomó en cuenta los objetivos e hipótesis propuestos, de la misma forma las teorías relacionadas, como se observa a continuación.

En cuanto al objetivo específico 1: Evaluar el efecto que produce las micronanoburbujas en los indicadores físicos del cuerpo hídrico de la laguna Huacachina, Ica 2022; se tiene que Fernández (2019) obtuvo una Temperatura inicial promedio de 22.3 °C mientras que después de aplicar la tecnología de nanoburbujas en el minuto 15 descendió a 21,4 °C en el minuto 30 disminuyó en 20.8 °C y en el minuto 45 aumentó en 21 °C; Acuña y Ayuque (2020) obtuvieron una Temperatura inicial de 19.8 °C, después de la aplicación de micronanoburbujas obtuvieron un valor promedio de 19.5 °C en los minutos 30 de cada repetición, 19.2 °C en los minutos 60 de cada repetición y por último un promedio de 19.3 °C en los minutos 90 de cada repetición; Pardo (2017) obtuvo una Temperatura promedio inicial de 21.5°C, después de la aplicación de MNB obtuvo un valor promedio de 22.13 °C en los minutos 5 de cada repetición, un promedio de 19.6 °C en los minutos 10 de cada repetición y un promedio de 20.97°C en los minutos 15 de cada repetición; valores cercanos al obtenido en esta investigación que fue de un promedio de 22.7 °C, sin presentar una variación significativa obteniendo cercanamente los mismos resultados.

Se tiene que Núñez, (2017) obtuvo una turbidez inicial de 152 NTU, después de haber iniciado el tratamiento la máxima reducción se consiguió en el minuto 90 con un valor de 42.6 NTU, obteniendo una reducción del 71,97%; Reyes, (2016) obtuvo una turbidez inicial de 199 NTU, después de la aplicación de la tecnología de nanoburbujas obtuvo 93.1 NTU en la muestra N° 3, 88.3 NTU en la muestra N° 2 y la mayor reducción en la muestra N° 1 con 49.4 NTU, obteniendo una reducción de 75,18%; Acuña y Ayuque (2020) obtuvieron una turbidez inicial de 105 NTU, después de la aplicación de micronanoburbujas les arrojó un resultado promedio de 93.3 NTU en los minutos 30 de cada repetición, un promedio de 78.7 NTU en los minutos 60 de cada repetición y un promedio

de 78.57 NTU en los minutos 90 de cada repetición; obteniendo una reducción de 25.17%; contrastándose con el presente trabajo de investigación para Nuñez, Reyes, Acuña y Ayuque obtuvieron una reducción progresiva al igual que nuestro trabajo del parámetro turbidez que pasó de 65.4 NTU a 10.7 NTU en dos muestras distintas una en el minuto 90 de la segunda muestra y la otra en el minuto 90 de la tercera muestra, de lo que se puede demostrar una mejor eficiencia, y podemos observar que las micronanoburbujas son efectivas en la reducción de la turbidez.

Se tiene que Reyes, (2016) obtuvo una conductividad eléctrica inicial de 850 $\mu\text{S/cm}$ y después de la aplicación de nanoburbujas obtuvo una conductividad eléctrica de 443 $\mu\text{S/cm}$, con un porcentaje de reducción del 43.9 %; Pardo (2017) obtuvo un promedio de conductividad eléctrica inicial de 5.23 $\mu\text{S/cm}$ y luego del proceso de micronanoburbujas obtuvo un promedio de conductividad eléctrica de 5.2 $\mu\text{S/cm}$ en los minutos 5 de cada repetición, un promedio de 5.43 $\mu\text{S/cm}$ en los minutos 10 de cada repetición y 5.53 $\mu\text{S/cm}$ en los minutos 15 de cada repetición, con un porcentaje de reducción del 0.6 %; Nuñez, (2017) obtuvo una conductividad eléctrica inicial de 2500 $\mu\text{S/cm}$, una vez realizado en tratamiento la máxima reducción se produjo en el minuto 90 con un valor de 2290 $\mu\text{S/cm}$, obteniendo una reducción del 8.4 %; Acuña y Ayuque (2020) obtuvieron una conductividad eléctrica inicial de 1638 $\mu\text{S/cm}$, después de la aplicación del tratamiento por MNB se apreció un resultado promedio de 1287.3 $\mu\text{S/cm}$ en los minutos 30 de cada repetición, un promedio de 1251 $\mu\text{S/cm}$ en los minutos 60 de cada repetición y un promedio de 1182.3 $\mu\text{S/cm}$, obteniendo un porcentaje de reducción del 27.82 %; Alfonzo (2017) obtuvo un promedio de conductividad eléctrica inicial de 26666.7 $\mu\text{S/cm}$, después del tratamiento de la nanotecnología se apreció una conductividad eléctrica de 1000 $\mu\text{S/cm}$ en la primera repetición, 1600 $\mu\text{S/cm}$ en la segunda repetición y 1400 $\mu\text{S/cm}$ en la tercera repetición, obteniendo un porcentaje de reducción del 96.3 %; que al realizar la comparación con la presente investigación, para Pardo y Alfonzo se dio una reducción pero no de manera progresiva, mientras que para Reyes, Nuñez, Acuña y Ayuque se produjo una reducción progresiva del parámetro físico conductividad eléctrica al igual que nuestro trabajo pasando de 1172.0 $\mu\text{S/cm}$ a 958 $\mu\text{S/cm}$ en el minuto 90 de la primera muestra, con una reducción del 18.25 %, y lo que se puede

decir es que las investigaciones comparten la teoría que ha mayor tiempo de tratamiento mayor reducción, siendo las micronanoburbujas efectivas para la reducción de la conductividad eléctrica.

Respecto al objetivo específico 2: Analizar el resultado que produce las micronanoburbujas en los indicadores químicos del cuerpo hídrico de la laguna Huacachina, Ica 2022; se tiene que Fernández, (2019) obtuvo un pH promedio inicial de 8.60, después de aplicar el tratamiento de nanoburbujas obtuvo un valor de 7.95 en el minuto 15, 7.08 en el minuto 30 y 7.80 en el minuto 45, obteniendo un porcentaje de reducción de 17.67 %; Reyes, (2016) obtuvo un pH con valor inicial de 6.77 y después de aplicar las micronanoburbujas obtuvo un valor de 6.70 en la muestra 1, logrando una reducción del parámetro inicial, pero posteriormente fue elevándose como en la muestra 2 llegando a un pH de 6,72 y en la muestra 3 el pH subió a 6,75, obteniendo un porcentaje de reducción de 1.03 %; Pardo, (2017) obtuvo un promedio de pH de valor inicial 7.5 y después de la aplicación de micronanoburbujas arrojó un promedio de 8.03 en los minutos 5 de cada repetición, un promedio de 8.47 en los minutos 10 de cada repetición y un promedio de 8.2 en los minutos 15 de cada repetición; Acuña y Ayuque (2020) obtuvieron un pH inicial de 7.32, después de la aplicación de MNB les arrojó un promedio de 7.79 en los minutos 30 de cada repetición, un promedio de 7.84 en los minutos 60 de cada repetición y un promedio de 8.63 en los minutos 90 de cada repetición; Coaquira y Cauna (2021) obtuvieron un pH inicial de 8.33 para *Schoenoplectus californicus*, los resultados del post tratamiento de micronanoburbujas fue de 8, obteniendo un porcentaje de reducción del 3.96 % y para *Lemna minor* se obtuvo el mismo resultado; realizando la comparación con nuestros resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación se produjo una reducción de 9.30 a 7.70 como promedio de los minutos 90 de cada tratamiento, obteniendo un porcentaje de reducción de 17.2 %, y se puede decir que para Pardo, Acuña y Ayuque no hubo una reducción en este parámetro, para Fernández y Reyes presentó una reducción pero no de manera progresiva, mientras que para Alfonso al igual que nuestro trabajo de investigación se obtuvo una reducción de manera progresiva, demostrando la efectividad de las micronanoburbujas en la reducción del pH.

Al Analizar el resultado que produce las micronanoburbujas en los indicadores químicos del cuerpo hídrico de la laguna Huacachina, Ica 2022, que es el objetivo específico 3, Reyes (2016) obtuvo un valor inicial de 14500 NMP/mL de coliformes fecales, después de la aplicación de micronanoburbujas se redujo drásticamente en la muestra 1 a 4900 NMP/mL, en la muestra 2 subió a 8000 NMP/mL y posteriormente se elevó hasta llegar a 12000 NMP/mL en la muestra 3, obteniendo un porcentaje de reducción de 66.21 % ; Cruz, (2016) obtuvo un valor inicial de 130000 NMP/100mL, posteriormente al tratamiento de micronanoburbujas se obtuvo en el tratamiento N° 1 un resultado de 1000 NMP/100mL, en el tratamiento N° 2 se obtuvo un resultado de 500 NMP/100mL y en el tratamiento N° 3 se obtuvo un resultado de 100 NMP/100mL, arrojando un porcentaje de reducción de 99.92 %; Alfonzo (2017) obtuvo un promedio de Coliformes fecales inicial de 22333.3 NMP/100mL, después de la aplicación de micronanoburbujas obtuvo un resultado de 4800 NMP/100mL en la primera repetición, 4200 NMP/100mL en la segunda repetición y 2400 NMP/100mL en la tercera repetición, obteniendo un porcentaje de reducción del 89.25%; Coaquira y Cauna (2021) obtuvieron un valor inicial de 657.75 NMP/100mL de Coliformes Termotolerantes para *Schoenoplectus californicus*, después de la aplicación de la nanotecnología les arrojó un resultado de 140 NMP/100mL, obteniendo un porcentaje de reducción del 78.72% y para *Lemna minor* obtuvieron un valor inicial de 657.75 NMP/100mL de Coliformes Termotolerantes, después de la aplicación de la nanotecnología les arrojó un resultado de 1.8 NMP/100mL, obteniendo un porcentaje de reducción del 99.73%; realizando la comparación con el presente trabajo de investigación obtuvimos un valor inicial de 12,6 NMP/mL y después de la aplicación de micronanoburbujas se obtuvo un resultado menor de 7.5 NMP/100mL como promedio de los minutos 90 de cada tratamiento, obteniendo un porcentaje de reducción de 40.48 %, de lo que se puede decir que Reyes obtuvo una disminución de los coliformes termotolerantes pero no de manera progresiva, mientras que para Cruz, Alfonzo, Coaquira, Cauna y nuestro trabajo de investigación presentaron una reducción progresiva del parámetro coliformes Termotolerantes, lo que contrasta con la teoría que ha mayor tiempo de tratamiento mayor la reducción, de igual forma se demostró la efectividad de las micronanoburbujas en la reducción de este parámetro.

Se tiene que Fernández, (2019) con respecto a *Escherichia Coli* obtuvo un valor inicial de 79 NMP/100 mL y después al tratamiento de micronanoburbujas obtuvo un valor de 33 NMP/100 mL en el minuto 15, un valor de 7.8 NMP/100 mL en el minuto 30 y un valor de 23 NMP/100 mL en el minuto 45, obteniendo un porcentaje de reducción de 90.13 %; Alfonzo (2017) obtuvo un promedio inicial de 22000 NMP/100 mL de *Escherichia Coli*, después del tratamiento de MNB obtuvo un valor de 480 NMP/100 mL en la primera repetición, 480 NMP/100 mL en la segunda repetición y 700 NMP/100 mL en la tercera repetición, obteniendo un porcentaje de reducción del 97.8%; contrariando con este trabajo de investigación, ya que los resultados obtenidos demostraron la reducción continua de 7.5 NMP/100 mL a < 1.0 NMP/100 mL en los minutos 90 del tratamiento N° 2 y N° 3, mientras que se obtuvo 1.0 NMP/100 mL en los minutos 90 del tratamiento N° 1 y N° 4, obteniendo un porcentaje de reducción < 86 %, de lo que se puede decir es que Fernández y Alfonzo obtuvieron una reducción de *Escherichia Coli* pero no de manera progresiva, mientras que nuestro trabajo obtuvo una reducción progresiva, a pesar de esta variación es posible afirmar que las micronanoburbujas son eficaces en la reducción del parámetro *Escherichia Coli*, lo que nos permite contrastar con nuestros objetivos, determinando un efecto reductor producto de las micronanoburbujas de aire en los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua.

VI. CONCLUSIONES

- Se determino los efectos de las micronanoburbujas en los parámetros físicos de la Laguna Huacachina, mostrando que la temperatura se mantuvo en un rango de 20 a 21 °C y la turbidez se redujo de un valor inicial 65.4 NTU a 10.7 NTU en su mínimo valor, con respecto a conductividad, se obtuvo un valor inicial 1172.0 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y final de 958.0 $\mu\text{S}/\text{cm}$, demostrando la efectividad de las micronanoburbujas en la disminución de la turbidez y la conductividad eléctrica.
- Se determino los efectos de las micronanoburbujas en los parámetros químicos de la Laguna Huacachina, obteniendo un pH inicial de 9.30 y final de 7.70 en su mejor valor, demostrando la efectividad de las micronanoburbujas en la reducción de ese parámetro.
- Se determino los efectos de las micronanoburbujas en los parámetros microbiológicos de la Laguna Huacachina, se obtuvo con respecto a los coliformes fecales un valor inicial de 16.4 NMP/100mL y final de 7.5 NMP/100mL, y con respecto a la Escherichia Coli se obtuvo un valor inicial de 7.5 NMP/ 100mL y en su máximo tiempo de tratamiento se logró la ausencia de E. coli, demostrando la efectividad de las micronanoburbujas en la reducción de ambos parámetros.
- Los objetivos propuestos en la presente investigación se lograron cumplir, determinando los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la Laguna Huacachina, siendo estos contrastados estadísticamente, mostrando que los datos son paramétricos.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda a posteriores trabajos de investigación relacionados a la aplicación de micronanoburbujas, realizar mayores tiempos de tratamiento con la finalidad de determinar si es posible lograr una mayor recuperación.
- Realizar otros trabajos de investigación estudiando otros parámetros fisicoquímicos y microbiológicos aplicando micronanoburbujas, como los aceites y grasas, sulfatos, formas parasitarias, enterococos intestinales, vibrio cholerae entre otros importantes para determinar la calidad del agua.
- Realizar trabajos de investigación con el propósito de recuperar otros cuerpos de agua contaminados, contando con un plan más de solución a esa crisis ambiental.
- Se recomienda diseñar un equipo generador de micronanoburbujas a nivel industrial donde se pueda realizar este tipo de tratamientos con una mayor capacidad y este tipo de investigación sirva de guía.

VIII. REFERENCIAS

ACUÑA SANCHEZ, P. y AYUQUE ESPINOZA, V. Reducción de materia orgánica del efluente de un camal de Lima, aplicando micro-nano burbujas de aire, 2020. *Repositorio Universidad César Vallejo*. 2020. Perú. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/62690/Acu%c3%b1a_SPC-Ayunque_EVH-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ALFONZO CONDOR, N. Eficiencia de la semilla “Moringa oleífera Lam.” como coagulante para reducir coliformes termotolerantes en los Pantanos de Villa - Chorrillos, 2017. *Repositorio Universidad César Vallejo*. 2017. Perú. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/24607/Alfonzo_CN..pdf?sequence=1&isAllowed=y

ARGOTA PÉREZ, G. y DOROTEO NEYRA, P. Daño ambiental latente en la laguna de la Huacachina, Ica (Perú). *Revista de Investigaciones Altoandinas*. 2021. Perú. Vol. 23, no 2. ISSN 2313-2957. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2313-29572021000200111&script=sci_arttext

ARIAS GÓMEZ, J.; VILLASÍS KEEVER, M. y MIRANDA NOVALES, M. El protocolo de investigación III: la población de estudio. *Revista Alergia México*. 2016. México. Vol. 63, no 2. ISSN 0002-5151. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=486755023011>

ARIAS GONZÁLES, J. y COVINOS GALLARDO, M. Diseño y metodología de la investigación. *Buscador Científico ResearchGate*. 2021. Perú. pp. 6-123. ISBN 978-612-48444-2-3. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/352157132_DISENO_Y_METODOLOGIA_DE_LA_INVESTIGACION

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA - ANA y MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO - MINAGRI. Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los

recursos hídricos superficiales. *Repositorio Digital de Recursos Hídricos*. 2016. Perú. Disponible en: <https://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/209>

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA - ANA y MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO - MINAGRI. Ley de los Recursos Hídricos: Ley N° 29338. *Repositorio Digital de Recursos Hídricos*. 2019. Perú. Disponible en: <https://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/228>

AVILA ROJAS, J. y VILLANUEVA MONTEALEGRE, M. Análisis de calidad del agua (turbiedad y color) de un sistema de filtración de flujo ascendente construido con materiales granulares para bajantes de agua lluvia. *Repositorio de la Universidad Católica*. 2019. Colombia. Disponible en: <https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/24923>

BOLUDA BOTELLA, N. y EGEA LLOPIS, E. Adsorción de metales y tensioactivos aniónicos en sedimentos de la costa alicantina. *Holothuria Tubulosa* como bioindicador de contaminación. *Repositorio Institucional de la Universidad de Alicante*. 2017. España. pp. 1-52. Disponible en: <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/74107>

CAMPOS SHUPINGAHUA, J. y TEZEN SOLIS, F. Reducción de materia orgánica presente en el río Lurín mediante la aplicación de micro- nanoburbujas de aire a nivel laboratorio. *Repositorio Universidad César Vallejo*. 2022. Perú. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/102543/Campos_SJN-Tezen_SFJ-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

CIRERA GONZÁLEZ, M. Nanoburbujas. *Revista de Ciencias de la Universidad Pablo de Olavide*. 2022. España. no 44. pp. 43-46. ISSN 2173-0903. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8325407>

CRUZ PASCACIO, R. “Reducción de coliformes presentes en aguas residuales domésticas mediante micronanoburbujas de aire - ozono en el distrito de

Carhuaz, Ancash 2016". *Repositorio Universidad César Vallejo*. 2016. Perú. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/892>

COAQUIRA QUISPE, C. y CAUNA PERALTA, H. Eficiencia de fitorremediación de *Schoenoplectus californicus* y *Lemna minor* en la desembocadura de la laguna Lagunillas, del río Santa Lucía, Juliaca -2021. *Repositorio Universidad César Vallejo*. 2021. Perú. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/81087/Coaquira_QC-Cauna_PH-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

CUEVA DÍAZ, A. "Remoción de coliformes totales en agua almacenada en tanques elevados domésticos mediante Nanoburbujas de aire". *Repositorio Institucional UPN*. 2021. Perú. pp. 11-58. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/28062>

CUSICHE PÉREZ, L. y MIRANDA ZAMBRANO, G. Contaminación por aguas residuales e indicadores de calidad en la reserva nacional 'Lago Junín', Perú. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 2019. México. Vol. 10, no 6, pp. 1433-14477. DOI (<https://doi.org/10.29312/remexca.v10i6.1870>). Disponible en: <http://cienciasagricolas.inifap.gob.mx/index.php/agricolas/article/view/1870/2605>

FERNÁNDEZ PRADA, A. "Recuperación de la calidad del agua de los humedales de Villa, Chorrillos mediante el uso de Micronanoburbujas de aire - Lima 2019". *Repositorio Universidad César Vallejo*. 2019. Perú. pp. 1-95. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/60984/Fernandez_PAZH-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

GALLARDO ECHENIQUE, E. Metodología de la Investigación. *Repositorio Institucional Continental*. 2017. Perú. Disponible en: <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/4278>

GAMARRA MELENDRES, B. y PORTAL PRETEL, G. "Evaluación en la fabricación de Bionanofiltros a base de Concha – Arcilla – Almidón, para la purificación de aguas superficiales del río Tablachaca". *Repositorio de la Universidad Nacional de Trujillo*. 2018. Perú. pp. 15-159. Disponible en: <https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/10628>

GUADARRAMA TEJAS, R.; Et Al. Contaminación del agua. *Revista de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales*. 2016. España. Vol. 2, no 5, pp. 1-10. ISSN 2444-4936. Disponible en: https://www.ecorfan.org/spain/researchjournals/Ciencias_Ambientales_y_Recursos_Naturales/vol2num5/Revista_de_Ciencias_Ambientales_y_Recursos_Naturales_V2_N5_1.pdf

HEMPEL, E. Nanoburbujas - Nueva Tecnología que Mejora el Crecimiento de los Peces de Cultivo. *International Aquafeed*. 2020. Argentina. Disponible en: <https://aquafeed.co/entrada/nanoburbujas-nuevatechnologia-que-mejora-el-crecimiento-de-los-peces-de-cultivo--22295>

LARRAMENDI BENÍTEZ, E.; MILLÁN VERDECIA, G. y PLANA CASTELL, M. Escasez y contaminación del agua, realidades del siglo XXI. *Revista Estudiantil de la Universidad de Ciencias Médicas de la Habana*. 2021. Cuba. Vol. 60, no 279, pp. 1-7. ISSN 1729-6935. Disponible en: http://www.rev16deabril.sld.cu/index.php/16_04/article/view/854

LEYVA CRUZ, M. "Reducción del DQO y SST de los efluentes residuales de una industria azucarera en Paramonga, mediante el uso de Micronanoburbujas de aire". *Repositorio Universidad César Vallejo*. 2017. Perú. pp. 1-99. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/14491/Leyva_CM.M.pdf?sequence=1&isAllowed=y

LÓPEZ BRANGO, S. Análisis de los parámetros fisicoquímicos de las aguas residuales domésticas, generadas en la subestación eléctrica de Cerromatoso

localizada en el municipio de Montelíbano. *Repositorio de la Universidad de Córdoba*. 2021. Colombia. pp. 10-81. Disponible en:

<https://repositorio.unicordoba.edu.co/handle/ucordoba/4562>

MACASSI ALLASI, G. Comportamiento del sistema de nanoburbujeo en el tratamiento para reducir los niveles de contaminación de aguas residuales domésticas de la provincia de Concepción. *Repositorio institucional de la UNCP*. 2017. Perú. pp. 7-91. Disponible en:

<https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/3777>

MÉNDEZ, R. y VALVERDE, J. Reduction of Chemical Demand of Oxygen and Organic Material from water contaminated with Amoxicillin through application of Air Micro-Nanobubbles. *Research and Training Center for Regional Development – CINCADER*. 2018. Perú. Vol. 1, no 2, pp. 36-45. ISSN 2522-6908. Available in: https://www.researchgate.net/publication/328558061_Reduction_of_Chemical_Demand_of_Oxygen_and_Organic_Material_from_water_contaminated_with_Amoxicillin_through_application_of_Air_Micro-Nanobubbles

MINISTERIO DEL AMBIENTE – MINAM. Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua. *Sistema Nacional de Información Ambiental*. 2017. Perú. pp. 10-19. Disponible en:

<https://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-estandares-calidad-ambiental-eca-agua-establecen-disposiciones>

MINISTERIO DE SALUD – MINSA. Contacto con aguas servidas y residuos fecales puede originar desde infecciones cutáneas y ... *Dirección de Redes Integradas de Salud Lima Centro*. 2019. Perú. Disponible en:

<https://dirislimacentro.gob.pe/contacto-con-aguas-servidas-y-residuos-fecales-puede-originar-desde-infecciones-cutaneas-y-diarreicas-hasta-hepatitis-a/>

MI-SUG, K.; Et Al. Effect of nanobubbles for improvement of water quality in freshwater: Flotation model simulation. *Scientific journal of Separation and*

Purification Technology. 2020. Republic of Korea. Vol. 241. pp. 1-9. ISSN 1383-5866. Available in:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1383586619346623>

NUÑEZ ÁLVARO, T. "Tratamiento de aguas residuales de una Embotelladora de Bebidas Carbonatadas aplicando nanoburbujas de aire" *Repositorio Universidad César Vallejo*. 2017. Perú. pp. 1-115. Disponible en:

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/21394/Nu%c3%b1ez_ATA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

OMS. E. coli. *Página web de la Organización Mundial de la Salud*. 2018. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/e-coli>

PARDO RODRÍGUEZ, M. Nanotecnología con Ozono para la reducción de Cianobacterias en las aguas de los Humedales de Villa, Chorrillos, Lima 2017. *Repositorio Universidad César Vallejo*. 2017. Perú. Disponible en:

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/21259/Pardo_RM_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

PERALTA ROLDAN, E. Situación de la calidad de agua de la laguna Huacachina en base a indicadores Biológicos. *Repositorio Institucional de la Universidad Ricardo Palma*. 2019. Perú. pp. 1-64. Disponible en:

https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/2422/ECOL_T030_40639051_M%20Peralta%20Roldan,%20Elvis%20Sergio.pdf?sequence=1

PRATO MORENO, J.; Et Al. Caracterización fisicoquímica y microbiológica de aguas subterráneas de un sector rural a baja altitud en Los Andes venezolanos. *Buscador Científico Redalyc*. 2020. Venezuela. Vol. 48. no. 1, DOI (<https://doi.org/10.5281/zenodo.3861081>). Disponible en:

<https://www.redalyc.org/journal/3730/373064123013/html/>

QUEZADA LUCIO, N. Metodología de la investigación. *Empresa Editora Macro EIRL*. 2019. Perú. ISBN 978-612-304-576-0. Disponible en:

<https://editorialmacro.com/wp-content/uploads/2021/02/9786123045760.pdf>

REYES GAMARRA, R. "Eficiencia de micronanoburbujas de aire para el tratamiento de aguas servidas en Puerto Bermúdez, Oxapampa, Pasco". *Repositorio Universidad César Vallejo*. 2016. Perú. pp. 1-76. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/930/Reyes_GR.pdf?sequence=6&isAllowed=y

RODRÍGUEZ PIMENTEL, H. Las aguas residuales y sus efectos contaminantes. *IAGUA*. 2017. España. Disponible en: <https://www.iagua.es/blogs/hector-rodriguez-pimentel/aguas-residuales-y-efectos-contaminantes>

ROJAS DEUDOR, O. Evaluación de Parámetros Físico-Químico y Microbiológico del río Ragra afluente del río San Juan, para determinar la categoría de sus aguas – Simón Bolívar – Pasco – 2018. *Repositorio de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión*. 2018. Perú. pp. 10-87. Disponible en: <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/529>

SJOGREEN BLANCO, C. Caracterización de nanoburbujas en soluciones salinas. *Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Colombia*. 2015. Colombia. pp. 1-74. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/56475>

SJOGREEN, C.; Et Al. Estudio experimental de nanoburbujas en soluciones salinas. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. 2018. Colombia. Vol. 42, no. 162, pp. 41-48. DOI (<https://doi.org/10.18257/raccefyn.543>). Disponible en: <https://raccefyn.co/index.php/raccefyn/article/view/543>

TOLEDO DIAZ, N. Población y Muestra. *Repositorio Institucional de la Universidad Autónoma del Estado de México*. 2016. México. pp. 1-67. Disponible en: <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/63099>

ULATOWSKI, K; Et Al. Stability of nanobubbles generated in water using porous membrane system. *Scientific journal of Chemical Engineering & Processing: Process Intensification*. 2019. Poland. Vol. 136. pp. 62-71. ISSN 0255-2701. Available in:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0255270118308973>

VÁSQUEZ BENAVIDES, M. Tecnología de burbujas finas y ultrafinas: actuales y potenciales aplicaciones en el área agroindustrial. *Repositorio de la Universidad de Concepción*. 2020. Chile. pp. 8-52. Disponible en:

<http://repositorio.udec.cl/handle/11594/440>

VILLÓN COBEÑAS, J. Reducción de la concentración de contaminantes en los efluentes de la industria de conservas de pescado utilizando nanoburbujas de aire – Callao. *Repositorio Universidad César Vallejo*. 2017. Perú. pp. 1-85. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/59411>

YASUI, K.; TUZIUTI, T. y KANEMATSU, W. Mysteries of bulk nanobubbles (ultrafine bubbles); stability and radical formation. *Scientific journal of Ultrasonics - Sonochemistry*. 2018. Japan. Vol. 48. pp. 259-266. ISSN 1350-4177. Available in: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1350417718304644>

ZHANG, M.; QIU, L. y LIU, G. Basic characteristics and application of micro-nano bubbles in water treatment. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2020. China. Vol. 510. no. 4 pp. 42-50. DOI (10.1088/1755-1315/510/4/04 2050). Available in:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S025527011>

ANEXOS

Anexo N° 1: Matriz de Consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
<p>GENERAL: ¿Qué efecto producen las micronanoburbujas de aire en las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del agua de la laguna Huacachina, Ica 2022?</p> <p>ESPECÍFICOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué efecto producen las micronanoburbujas en los parámetros físicos del agua de la laguna Huacachina, Ica 2022? • ¿Qué efecto producen las micronanoburbujas en los parámetros químicos del agua de la laguna Huacachina, Ica 2022? • ¿Qué efecto producen las micronanoburbujas en los parámetros microbiológicos del agua de la laguna Huacachina, Ica 2022? 	<p>GENERAL: Determinar el efecto que producen las micronanoburbujas de aire en las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del agua de la laguna Huacachina, Ica 2022.</p> <p>ESPECÍFICOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evaluar el efecto que producen las micronanoburbujas en los parámetros físicos del agua de la laguna Huacachina, Ica 2022. • Evaluar el efecto que producen las micronanoburbujas en los parámetros químicos del agua de la laguna Huacachina, Ica 2022. • Evaluar el efecto que producen las micronanoburbujas en los parámetros microbiológicos del agua de la laguna Huacachina, Ica 2022. 	<p>GENERAL: Las micronanoburbujas de aire mejoran las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del agua de la laguna Huacachina, Ica 2022.</p> <p>ESPECÍFICOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Las micronanoburbujas influyen en los parámetros físicos del agua de la laguna Huacachina, Ica 2022. • Las micronanoburbujas influyen en los parámetros químicos del agua de la laguna Huacachina, Ica 2022. • Las micronanoburbujas reducen los parámetros microbiológicos del agua de la laguna Huacachina, Ica 2022. 	<p>VD: Propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del agua de la laguna Huacachina.</p> <p>VI: Micronanoburbujas de aire.</p>	<p>TIPO DE INVESTIGACIÓN: El presente trabajo de investigación es de tipo aplicativo, de orientación cuantitativa.</p> <p>DISEÑO: La presente investigación es un diseño experimental el cual seguirá los siguientes pasos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Medición previa antes de la variable dependiente antes del tratamiento. 2. aplicación de la variable independiente (tratamiento). 3. medición de la variable dependiente (posterior del tratamiento).

Anexo N° 2: Matriz de Operacionalización de Variables

VARIABLE(S)	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA
VD/V1: Propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del agua de la laguna Huacachina.	Las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del agua, nos permiten conocer la calidad en la que se encuentra un cuerpo de agua (Kasmera, 2020)	Serán medidos a través de las dimensiones fisicoquímicas y microbiológicas	Parámetros Físicoquímicos	Temperatura (T°)	°C
				Turbidez	NTU
				Ph	Unidad de Ph
				Conductividad Eléctrica	µS/cm
			Parámetros Microbiológicos	Coliforme Termotolerantes	NMP/100 ml
				Escherichia Coli	NMP/100 ml
VI/V2: Micronanoburbujas de aire.	Se denomina burbujas a las pequeñas esferas mayores a 1 micra, con respecto a las micro burbujas se les denominan así a las pequeñas esferas las cuales tienen un tamaño inferior a 1 micra (Cirera, 2022).	Serán medidos a través de las características de las micronanoburbujas y de las dosis de MNB a aplicar a las aguas.	Parámetros Físicos de las Micronanoburbujas	Tamaño de la Burbuja	µm
				Número de burbujas por gota	Unid.
				Velocidad de Ascenso	m3/s
				Presión Interna	Atm.
			Dosis de la MNB	Tiempo de tratamiento (0, 30,60,90)	min.

Anexo N° 3: Etiqueta para muestra de agua

Ficha N° 1. ETIQUETA PARA MUESTRA DE AGUA			
TITULO		"Efectos de las micronanoburbujas de aire en las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del agua de la laguna Huacachina, Ica 2022"	
SOLICITANTE/CLIENTE		Benavides López, Miguel Antonio Taboada Galvez, Mike Leonel	
NOMBRE LABORATORIO			
CÓDIGO PUNTO DE MONITOREO			
TIPO DE CUERPO DE AGUA		Laguna	
FECHA DE MUESTREO		HORA	
MUESTREADO POR:		Benavides López, Miguel Antonio Taboada Galvez, Mike Leonel	
PARÁMETRO REQUERIDO			
PRESERVADA	SI	NO	
TIPO DE REACTIVO			



Ing. Abel A. Rivera Córdova
INGENIERO AMBIENTAL
Reg. CIP. N° 170040



Henry Riveros Alvizuri
INGENIERO AMBIENTAL
CIP. N° 190869



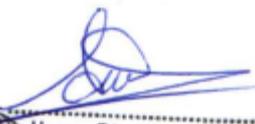
Estímulo González Esquivel
INGENIERO AMBIENTAL
REG. CIP. N° 179033

Anexo N° 4: Ficha de identificación del punto de monitoreo

FICHA N° 2. IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO DE MONITOREO			
TITULO	"Efectos de las micronanoburbujas de aire en las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del agua de la laguna Huacachina, Ica 2022"		
RESPONSABLES	Benavides López, Miguel Antonio Taboada Galvez, Mike Leonel		
DISTRITO:	PROVINCIA:	DEPARTAMENTO:	
CÓDIGO DE PUNTO DE MUESTREO	NORTE	ESTE	ALTITUD (msnm):
O1			
O2			
O3			
O4			
C1			
C2			
fuente: ficha adaptada al protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales			
Croquis de ubicación del punto de monitoreo (referencia)		Fotografía: (Tomada a un mínimo de 20 metros de distancia del punto de monitoreo)	



Ing. Abel A. Rivera Coaylla
INGENIERO AMBIENTAL
Reg. CIP. N° 170040



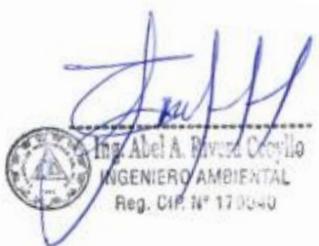
Henry Riveros Alvizuri
INGENIERO AMBIENTAL
CIP. N° 190869



Yousif Gonzalez Esquivel
INGENIERO AMBIENTAL
REG. CIP. N° 179033

Anexo N° 5: Ficha de Cadena de Custodia

FICHA N° 3. CADENA DE CUSTODIA			
TITULO DE TESIS	"Efectos de las micronanoburbujas de aire en las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del agua de la laguna Huacachina, Ica 2022"		
LUGAR	Laguna Huacachina	FECHA	
RESPONSABLES	Benavides López, Miguel Antonio Taboada Galvez, Mike Leonel		
NUMERO DE MUESTRA		VOLUMEN DE MUESTRA	
OBSERVACIONES			



Ing. Abel A. Rivera Ccoyllo
INGENIERO AMBIENTAL
Reg. CIP. N° 170040



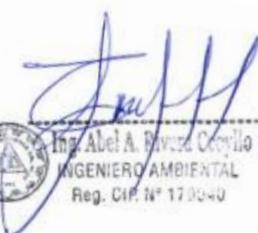
Henry Riveros Alvizuri
INGENIERO AMBIENTAL
CIP. N° 190869



Esquivel
INGENIERO AMBIENTAL
REG. CIP. N° 179033

Anexo N° 6: Ficha para la evaluación de parámetros Físicos

FICHA N° 4: EVALUACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOS				
TÍTULO DE TESIS		"Efectos de las micronanoburbujas de aire en las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del agua de la laguna Huacachina, Ica 2022"		
LUGAR		Laguna Huacachina	FECHA	
RESPONSABLES		Benavides López, Miguel Antonio Taboada Galvez, Mike Leonel		
PARÁMETROS FÍSICOS				
CÓDIGO DE MUESTRA	TIEMPO DE TRATAMIENTO (MIN)	TEMPERATURA (°C)	TURBIDEZ (UNT)	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (µs/cm)
T1	0			
M1	30			
M1	60			
M1	90			
M2	30			
M2	60			
M2	90			
M3	30			
M3	60			
M3	90			
M4	30			
M4	60			
M4	90			


 Ing. Abel A. Rivera Coaylla
 INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIP. N° 179040


 Henry Riveros Alvizuri
 INGENIERO AMBIENTAL
 CIP. N° 190869


 Miguel Ángel Esquivel
 INGENIERO AMBIENTAL
 REG. CIP. N° 179033

Anexo N° 7: Ficha para la evaluación de parámetros Químicos

FICHA N° 5: EVALUACIÓN DE PARÁMETROS QUÍMICOS		
TÍTULO DE TESIS	"Efectos de las micronanoburbujas de aire en las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del agua de la laguna Huacachina, Ica 2022"	
LUGAR	Laguna Huacachina	FECHA
RESPONSABLES	Benavides López, Miguel Antonio Taboada Galvez, Mike Leonel	
PARÁMETROS QUÍMICOS		
CÓDIGO DE MUESTRA	TIEMPO DE TRATAMIENTO (MIN)	PH
T1	0	
M1	30	
M1	60	
M1	90	
M2	30	
M2	60	
M2	90	
M3	30	
M3	60	
M3	90	
M4	30	
M4	60	
M4	90	



Abel A. Rivera Córdova
 INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIP. N° 170040



Henry Riveros Alvizuri
 INGENIERO AMBIENTAL
 CIP. N° 190869



Daniel González Esquivel
 INGENIERO AMBIENTAL
 REG. CIP. N° 179033

Anexo N° 8: Ficha para la evaluación de parámetros microbiológicos

FICHA N° 6: EVALUACIÓN DE PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS			
TÍTULO DE TESIS	"Efectos de las micronanoburbujas de aire en las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del agua de la laguna Huacachina, Ica 2022"		
LUGAR	Laguna Huacachina	FECHA	
RESPONSABLES	Benavides López, Miguel Antonio Taboada Galvez, Mike Leonel		
PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS			
CÓDIGO DE MUESTRA	TIEMPO DE TRATAMIENTO (MIN)	COLIFORMES TERMOTOLERANTES (NMP/100)	ESCHERICHIA COLI (NMP/100)
T1	0		
M1	30		
M1	60		
M1	90		
M2	30		
M2	60		
M2	90		
M3	30		
M3	60		
M3	90		
M4	30		
M4	60		
M4	120		



Ing. Abel A. Rivero Cordero
 INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIP. N° 170040



Henry Riveros Alvizuri
 INGENIERO AMBIENTAL
 CIP. N° 190869



Yara Esquivel
 INGENIERO AMBIENTAL
 REG. CIP. N° 179033

Anexo N° 9: Ficha para la caracterización de las nanoburbujas

Ficha N° 7. CARACTERIZACIÓN DE LAS NANOBURBUJAS	
Título del proyecto	“Efectos de las micronanoburbujas de aire en las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del agua de la laguna Huacachina, Ica 2022”
Evaluadores	Benavides López, Miguel Antonio Taboada Galvez, Mike Leonel
Fecha:	
Características	Datos
Diámetro de la burbuja (μm)	
N° de burbujas en una gota (unid)	
Presión interna (atm)	
Velocidad de asenso (m/s)	


 Ing. Abel A. Rivera Córdova
 INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIP N° 170040


 Henry Riveros Alvizuri
 INGENIERO AMBIENTAL
 CIP. N° 190869


 Miguel Ángel Esquivel
 INGENIERO AMBIENTAL
 REG. CIP N° 179033

SOLICITUD: Validación de instrumentos
de recojo de información

Sr. Ing. Abel A. Rivera Ccoyllo

Yo Benavidez López, Miguel Antonio y Taboada Galvez, Mike Leonel identificados con DNI N° 73261741, N° 74963488 alumnos de la EAP de Ingeniería Ambiental, a usted con el debido respeto me presento y le exponemos:

Que siendo requisito indispensable el recojo de datos necesarios para el Proyecto de Investigación que vengo elaborando titulado: “Efectos de las micronanoburbujas de aire en las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del agua de la laguna Huacachina, Ica 2022”, solicito a Ud. Se sirva validar el instrumento que le adjunto bajo los criterios académicos correspondientes. Para este efecto adjunto los siguientes documentos:

- Instrumento
- Ficha de evaluación
- Matriz de Operacionalización variables

Por tanto: Ruego a usted, acceder mi petición.

Lima, 07 de noviembre del 2020

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS
I. DATOS GENERALES:

Apellidos y Nombres: Ing. Abel A. Rivera Ccoyllo

Cargo e Institución donde labora:

Nombre del Instrumento motivo de evaluación: Etiqueta para muestra de agua

Autor (a) del Instrumento: Benavidez López, Miguel Antonio y Taboada Galvez, Mike Leonel

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLES						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
CLARIDAD	Esta formulando con lenguaje comprensible.											X		
OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
INTENCIONALIDAD	Está adecuado para valorar las variables de la hipótesis.											X		
CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
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 cumple con los requisitos para su aplicación.

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90

Lima, 07 de noviembre. del 2022





VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS
I. DATOS GENERALES:

Apellidos y Nombres: Ing. Abel A. Rivera Ccoyllo

Cargo e Institución donde labora:

Nombre del Instrumento motivo de evaluación: Identificación del punto de monitoreo

Autor (a) del Instrumento: Benavidez López, Miguel Antonio y Taboada Galvez, Mike Leonel

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLES						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
CLARIDAD	Esta formulando con lenguaje comprensible.											x		
OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											x		
ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											x		
ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											x		
SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											x		
INTENCIONALIDAD	Está adecuado para valorar las variables de la hipótesis.											x		
CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											x		
COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											x		
METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											x		
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 cumple con los requisitos para su aplicación.

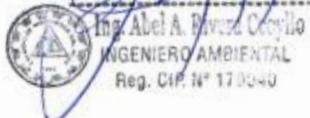
x

--

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90

Lima, 07 de noviembre. del 2022

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS
I. DATOS GENERALES:

Apellidos y Nombres: Ing. Abel A. Rivera Ccoyllo

Cargo e Institución donde labora:

Nombre del Instrumento motivo de evaluación: Cadena de custodia

Autor (a) del Instrumento: Benavidez López, Miguel Antonio y Taboada Galvez, Mike Leonel

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLES						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
CLARIDAD	Esta formulando con lenguaje comprensible.											X		
OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
INTENCIONALIDAD	Está adecuado para valorar las variables de la hipótesis.											X		
CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
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 cumple con los requisitos para su aplicación.

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90

Lima, 07 de noviembre. del 2022



 Ing. Abel A. Rivera Ccoyllo
 INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIP. N° 170040

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS
I. DATOS GENERALES:

Apellidos y Nombres: Ing. Abel A. Rivera Ccoyllo

Cargo e Institución donde labora:

Nombre del Instrumento motivo de evaluación: Evaluación de parámetros físicos

Autor (a) del Instrumento: Benavidez López, Miguel Antonio y Taboada Galvez, Mike Leonel

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLES						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
CLARIDAD	Esta formulando con lenguaje comprensible.											X		
OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
INTENCIONALIDAD	Está adecuado para valorar las variables de la hipótesis.											X		
CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
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 cumple con los requisitos para su aplicación.

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90

Lima, 07 de noviembre. del 2022




VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS
I. DATOS GENERALES:

Apellidos y Nombres: Ing. Abel A. Rivera Ccoyllo

Cargo e Institución donde labora:

Nombre del Instrumento motivo de evaluación: Evaluación de parámetros químicos

Autor (a) del Instrumento: Benavidez López, Miguel Antonio y Taboada Galvez, Mike Leonel

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLES						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
CLARIDAD	Esta formulando con lenguaje comprensible.											X		
OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
INTENCIONALIDAD	Está adecuado para valorar las variables de la hipótesis.											X		
CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
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 cumple con los requisitos para su aplicación.

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

X

90

Lima, 07 de noviembre. del 2022



 Ing. Abel A. Rivera Ccoyllo
 INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIP. N° 170040

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS
I. DATOS GENERALES:

Apellidos y Nombres: Ing. Abel A. Rivera Ccoyllo

Cargo e Institución donde labora:

Nombre del Instrumento motivo de evaluación: Evaluación de parámetros microbiológicos

Autor (a) del Instrumento: Benavidez López, Miguel Antonio y Taboada Galvez, Mike Leonel

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLES						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
CLARIDAD	Esta formulando con lenguaje comprensible.											X		
OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
INTENCIONALIDAD	Está adecuado para valorar las variables de la hipótesis.											X		
CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
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 cumple con los requisitos para su aplicación.

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90

Lima, 07 de noviembre. del 2022


Ing. Abel A. Rivera Ccoyllo
INGENIERO AMBIENTAL
Reg. CIP. N° 173040

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS
I. DATOS GENERALES:

Apellidos y Nombres: Ing. Abel A. Rivera Ccoyllo

Cargo e Institución donde labora:

Nombre del Instrumento motivo de evaluación: Caracterización de nanoburbujas

Autor (a) del Instrumento: Benavidez López, Miguel Antonio y Taboada Galvez, Mike Leonel

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLES						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
CLARIDAD	Esta formulando con lenguaje comprensible.											X		
OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
INTENCIONALIDAD	Está adecuado para valorar las variables de la hipótesis.											X		
CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
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 cumple con los requisitos para su aplicación.

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90

Lima, 07 de noviembre. del 2022



 Ing. Abel A. Rivera Ccoyllo
 INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIP. N° 170040

SOLICITUD: validación de instrumentos
de recojo de información

Sr. Ing. Amy W. Gonzáles Esquivel

Yo Benavidez López, Miguel Antonio y Taboada Galvez, Mike Leonel identificados con DNI N° 73261741, N° 74963488 alumnos de la EAP de Ingeniería Ambiental, a usted con el debido respeto me presento y le exponemos:

Que siendo requisito indispensable el recojo de datos necesarios para el Proyecto de Investigación que vengo elaborando titulado: “Efectos de las micronanoburbujas de aire en las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del agua de la laguna Huacachina, Ica 2022”, solicito a Ud. Se sirva validar el instrumento que le adjunto bajo los criterios académicos correspondientes. Para este efecto adjunto los siguientes documentos:

- Instrumento
- Ficha de evaluación
- Matriz de Operacionalización variables

Por tanto: Ruego a usted, acceder mi petición.

Lima, 09 de noviembre del 2022

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS
I. DATOS GENERALES:

Apellidos y Nombres: Ing. Amy W. Gonzáles Esquivel

Cargo e Institución donde labora:

Nombre del Instrumento motivo de evaluación: Etiqueta para muestra de agua

Autor (a) del Instrumento: Benavidez López, Miguel Antonio y Taboada Galvez, Mike Leonel

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLES						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
CLARIDAD	Esta formulando con lenguaje comprensible.													X
OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.													X
ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													X
ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													X
SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.													X
INTENCIONALIDAD	Está adecuado para valorar las variables de la hipótesis.													X
CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													X
COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													X
METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													X
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 cumple con los requisitos para su aplicación.

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95

Lima, 09 de noviembre del 2022



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS
I. DATOS GENERALES:

Apellidos y Nombres: Ing. Amy W. Gonzáles Esquivel

Cargo e Institución donde labora:

Nombre del Instrumento motivo de evaluación: Identificación del punto de monitoreo

Autor (a) del Instrumento: Benavidez López, Miguel Antonio y Taboada Galvez, Mike Leonel

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLES						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
CLARIDAD	Esta formulando con lenguaje comprensible.												X	
OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.												X	
INTENCIONALIDAD	Está adecuado para valorar las variables de la hipótesis.												X	
CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
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 cumple con los requisitos para su aplicación.

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95

Lima, 09 de noviembre del 2022



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS
I. DATOS GENERALES:

Apellidos y Nombres: Ing. Amy W. Gonzáles Esquivel

Cargo e Institución donde labora:

Nombre del Instrumento motivo de evaluación: Cadena de custodia

Autor (a) del Instrumento: Benavidez López, Miguel Antonio y Taboada Galvez, Mike Leonel

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLES						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
CLARIDAD	Esta formulando con lenguaje comprensible.												X	
OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.												X	
INTENCIONALIDAD	Está adecuado para valorar las variables de la hipótesis.												X	
CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
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 cumple con los requisitos para su aplicación.

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95

Lima, 09 de noviembre del 2022


 Amy W. Gonzáles Esquivel
 INGENIERO AMBIENTAL
 REG. CIP N° 173033

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS
I. DATOS GENERALES:

Apellidos y Nombres: Ing. Amy W. Gonzáles Esquivel

Cargo e Institución donde labora:

Nombre del Instrumento motivo de evaluación: Evaluación de parámetros físicos

Autor (a) del Instrumento: Benavidez López, Miguel Antonio y Taboada Galvez, Mike Leonel

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLES						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
CLARIDAD	Esta formulando con lenguaje comprensible.													X	
OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.													X	
ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													X	
ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													X	
SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.													X	
INTENCIONALIDAD	Está adecuado para valorar las variables de la hipótesis.													X	
CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													X	
COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													X	
METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													X	
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 cumple con los requisitos para su aplicación.

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95

Lima, 09 de noviembre del 2022


 Amy W. Gonzáles Esquivel
 INGENIERO AMBIENTAL
 REG. CIP N° 179033

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS
I. DATOS GENERALES:

Apellidos y Nombres: Ing. Amy W. Gonzáles Esquivel

Cargo e Institución donde labora:

Nombre del Instrumento motivo de evaluación: Evaluación de parámetros químicos

Autor (a) del Instrumento: Benavidez López, Miguel Antonio y Taboada Galvez, Mike Leonel

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLES						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
CLARIDAD	Esta formulando con lenguaje comprensible.												X	
OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.												X	
INTENCIONALIDAD	Está adecuado para valorar las variables de la hipótesis.												X	
CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
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 cumple con los requisitos para su aplicación.

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95

Lima, 09 de noviembre del 2022


 Amy W. Gonzáles Esquivel
 INGENIERO AMBIENTAL
 REG. CIP N° 179033

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS
I. DATOS GENERALES:

Apellidos y Nombres: Ing. Amy W. Gonzáles Esquivel

Cargo e Institución donde labora:

Nombre del Instrumento motivo de evaluación: Evaluación de parámetros microbiológicos

Autor (a) del Instrumento: Benavidez López, Miguel Antonio y Taboada Galvez, Mike Leonel

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLES						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
CLARIDAD	Esta formulando con lenguaje comprensible.												X	
OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.												X	
INTENCIONALIDAD	Está adecuado para valorar las variables de la hipótesis.												X	
CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
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 cumple con los requisitos para su aplicación.

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95

Lima, 09 de noviembre del 2022


 Amy W. Gonzáles Esquivel
 INGENIERO AMBIENTAL
 REG. CIP N° 179033

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS
I. DATOS GENERALES:

Apellidos y Nombres: Ing. Amy W. Gonzáles Esquivel

Cargo e Institución donde labora:

Nombre del Instrumento motivo de evaluación: Caracterización de nanoburbujas

Autor (a) del Instrumento: Benavidez López, Miguel Antonio y Taboada Galvez, Mike Leonel

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLES						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
CLARIDAD	Esta formulando con lenguaje comprensible.												X	
OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.												X	
INTENCIONALIDAD	Está adecuado para valorar las variables de la hipótesis.												X	
CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
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 cumple con los requisitos para su aplicación.

X

--

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95

Lima, 09 de noviembre del 2022


 Amy W. Gonzáles Esquivel
 INGENIERO AMBIENTAL
 REG. CIP. N° 179033

SOLICITUD: validación de instrumentos
de recojo de información

Sr. Ing. Henry Riveros Alvizuri

Yo Benavidez López, Miguel Antonio y Taboada Galvez, Mike Leonel identificados con DNI N° 73261741, N° 74963488 alumnos de la EAP de Ingeniería Ambiental, a usted con el debido respeto me presento y le exponemos:

Que siendo requisito indispensable el recojo de datos necesarios para el Proyecto de Investigación que vengo elaborando titulado: “Efectos de las micronanoburbujas de aire en las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del agua de la laguna Huacachina, Ica 2022”, solicito a Ud. Se sirva validar el instrumento que le adjunto bajo los criterios académicos correspondientes. Para este efecto adjunto los siguientes documentos:

- Instrumento
- Ficha de evaluación
- Matriz de Operacionalización variables

Por tanto: Ruego a usted, acceder mi petición.

Lima, 09 de noviembre del 2020

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS
I. DATOS GENERALES:

Apellidos y Nombres: Ing. Henry Riveros Alvizuri

Cargo e Institución donde labora:

Nombre del Instrumento motivo de evaluación: Etiqueta para muestra de agua

Autor (a) del Instrumento: Benavidez López, Miguel Antonio y Taboada Galvez, Mike Leonel

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLES						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
CLARIDAD	Esta formulando con lenguaje comprensible.										X			
OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.										X			
INTENCIONALIDAD	Está adecuado para valorar las variables de la hipótesis.										X			
CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X			
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 cumple con los requisitos para su aplicación.

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85

Lima, 09 de noviembre del 2022



Henry Riveros Alvizuri
INGENIERO AMBIENTAL
CIP. N° 190869

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS
I. DATOS GENERALES:

Apellidos y Nombres: Ing. Henry Riveros Alvizuri

Cargo e Institución donde labora:

Nombre del Instrumento motivo de evaluación: Identificación del punto de monitoreo

Autor (a) del Instrumento: Benavidez López, Miguel Antonio y Taboada Galvez, Mike Leonel

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLES						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
CLARIDAD	Esta formulando con lenguaje comprensible.										X			
OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.										X			
INTENCIONALIDAD	Está adecuado para valorar las variables de la hipótesis.										X			
CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X			
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 cumple con los requisitos para su aplicación.

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85

Lima, 09 de noviembre del 2022



Henry Riveros Alvizuri
INGENIERO AMBIENTAL
CIP. N° 190869

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS
I. DATOS GENERALES:

Apellidos y Nombres: Ing. Henry Riveros Alvizuri

Cargo e Institución donde labora:

Nombre del Instrumento motivo de evaluación: Cadena de custodia

Autor (a) del Instrumento: Benavidez López, Miguel Antonio y Taboada Galvez, Mike Leonel

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLES						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
CLARIDAD	Esta formulando con lenguaje comprensible.										X			
OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.										X			
INTENCIONALIDAD	Está adecuado para valorar las variables de la hipótesis.										X			
CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X			
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 cumple con los requisitos para su aplicación.

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

Lima, 09 de noviembre del 2022



Henry Riveros Alvizuri
INGENIERO AMBIENTAL
CIP. N° 190869

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS
I. DATOS GENERALES:

Apellidos y Nombres: Ing. Henry Riveros Alvizuri

Cargo e Institución donde labora:

Nombre del Instrumento motivo de evaluación: Evaluación de parámetros físicos

Autor (a) del Instrumento: Benavidez López, Miguel Antonio y Taboada Galvez, Mike Leonel

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLES						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
CLARIDAD	Esta formulando con lenguaje comprensible.										X			
OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.										X			
INTENCIONALIDAD	Está adecuado para valorar las variables de la hipótesis.										X			
CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X			
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 cumple con los requisitos para su aplicación.

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85

Lima, 09 de noviembre del 2022



Henry Riveros Alvizuri
INGENIERO AMBIENTAL
CIP. N° 190869

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS
I. DATOS GENERALES:

Apellidos y Nombres: Ing. Henry Riveros Alvizuri

Cargo e Institución donde labora:

Nombre del Instrumento motivo de evaluación: Evaluación de parámetros químicos

Autor (a) del Instrumento: Benavidez López, Miguel Antonio y Taboada Galvez, Mike Leonel

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLES						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
CLARIDAD	Esta formulando con lenguaje comprensible.										X			
OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.										X			
INTENCIONALIDAD	Está adecuado para valorar las variables de la hipótesis.										X			
CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X			
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 cumple con los requisitos para su aplicación.

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85

Lima, 09 de noviembre del 2022



 Henry Riveros Alvizuri
 INGENIERO AMBIENTAL
 CIP. N° 190869

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS
I. DATOS GENERALES:

Apellidos y Nombres: Ing. Henry Riveros Alvizuri

Cargo e Institución donde labora:

Nombre del Instrumento motivo de evaluación: Evaluación de parámetros microbiológicos

Autor (a) del Instrumento: Benavidez López, Miguel Antonio y Taboada Galvez, Mike Leonel

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLES						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
CLARIDAD	Esta formulando con lenguaje comprensible.										X			
OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.										X			
INTENCIONALIDAD	Está adecuado para valorar las variables de la hipótesis.										X			
CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X			
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 cumple con los requisitos para su aplicación.

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85

Lima, 09 de noviembre del 2022



Henry Riveros Alvizuri
INGENIERO AMBIENTAL
CIP. N° 190869

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS
I. DATOS GENERALES:

Apellidos y Nombres: Ing. Henry Riveros Alvizuri

Cargo e Institución donde labora:

Nombre del Instrumento motivo de evaluación: Caracterización de nanoburbujas

Autor (a) del Instrumento: Benavidez López, Miguel Antonio y Taboada Galvez, Mike Leonel

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLES						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
CLARIDAD	Esta formulando con lenguaje comprensible.										X			
OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.										X			
INTENCIONALIDAD	Está adecuado para valorar las variables de la hipótesis.										X			
CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X			
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 cumple con los requisitos para su aplicación.

X

--

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85

Lima, 09 de noviembre del 2022



Henry Riveros Alvizuri
INGENIERO AMBIENTAL
CIP. N° 190869

Anexo N° 11: Partes del Equipo Generador de Micronanoburbujas



Figura N° 10: Equipo de Micronanoburbujas

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 11: Bomba de agua

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 12: Variador de velocidad

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 13: Compresora de aire

Fuente: Elaboración propia.

Anexo N° 12: Aplicación del tratamiento con Micronanoburbujas

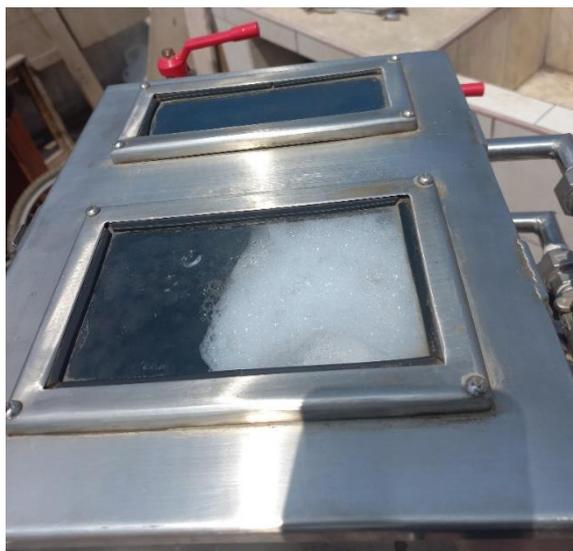


Figura N° 14: Generación de micronanoburbujas

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 15: Mantener la compresora de aire en 90 PSI

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 16: Recolección de las muestras

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 17: medición de las características de las micronanoburbujas

Fuente: elaboración Propia



Figura N° 18: medición del diámetro de la burbuja y conteo de las micronanoburbujas

Fuente: elaboración propia.

Anexo N° 11: Tabla de Etapas e Instrumentos

ETAPA	FUENTE	TÉCNICA	INSTRUMENTO	RESULTADOS
E1. Ubicación de puntos de muestreo	Laguna Huacachina	Observación	Identificación del punto de monitoreo	Puntos de monitoreo
E2. Recolección de la muestra inicial	Laguna Huacachina	Observación	Etiqueta para muestra de agua Cadena de custodia	Muestra para el análisis inicial parámetros fisicoquímicos y microbiológicos
E3. Aplicación de micronanoburbujas de aire	Laboratorio	Experimentación	Caracterización de micronanoburbujas	Muestra para análisis final parámetros fisicoquímicos y microbiológicos
E4. Análisis de la muestra final en laboratorio	Laboratorio	Observación	Evaluación de parámetros físicos Evaluación de parámetros químicos Evaluación de parámetros microbiológicos	Datos finales de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos
E5. Comparación de los resultados para la redacción del informe final.	Laboratorio	Análisis de Documento		Porcentaje de recuperación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos

Fuente: elaboración propia

Anexo N° 12: Categoría 1, Subcategoría B: Aguas superficiales destinadas para recreación

Parámetros	Unidad de Medida	B1
		Contacto Primario
Temperatura	°C	**
Conductividad eléctrica	(µS/cm)	**
Turbiedad	UNT	100
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,0 a 9,0
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	200
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 ml	Ausencia

Fuente: (ECA para el Agua, 2017)

Anexo N° 13: Categoría 4: conservación del ambiente acuático

Parámetros	Unidad de medida	E1: Lagunas y lagos
Temperatura	°C	Δ 3
Conductividad eléctrica	(µS/cm)	1 000
Turbiedad	UNT	**
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 a 9,0
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1 000
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 ml	**

Fuente: (ECA para el Agua, 2017)

Anexo N° 13: Cadena de custodia del laboratorio

CADENA DE CUSTODIA

ORDEN DE SERVICIO N°: **05-22-0127-R0** INFORME E IDENTIFICACION

CLIENTE: **BENAVIDES LOPEZ, MIGUEL ANTONIO / TABOADA GALVEZ, MIKE LEONEL**

DIRECCION: **URB. SAN MARTIN MZ 2° E LT B° PISCO - ICA**

CONTACTO: **Miguel Benavides L @OUTLOOK.COM / MTABOADA@GMAIL.COM / UCVIRTUAL@UCV-PE**

PROYECTO: **Proyecto de las microranuras burbujas de aire en las propiedades físicas químicas y microbiológicas del agua dulce locura (P)**

LOCALIDAD: **Ica**

ITEM	CODIGO DE PUNTO DE MUESTREO	DESCRIPCION DE PUNTO DE MUESTREO	FECHA		HORA		TIPO DE MUESTRA (1)	COORDENADAS (UTM)	ALTITUD EN (M.S.N.M.)	RECORRIDO TOTAL DE MUESTREO EN (K.M.)	ANALISIS REQUERIDOS			
			FECHA	HORA	FECHA	HORA					PH	OTROS DE "COP"	PH	DE
01	TO		14/11/22	8:30AM	14/11/22	8:35AM	(1)	N 0417526 E 8442436	02	✓	✓	✓	✓	
02	M1-30		15/11/22	1:52PM	15/11/22	1:57PM	(1)	N 0417526 E 8442436	02	✓	✓	✓	✓	
03	M1-60		15/11/22	2:22PM	15/11/22	2:27PM	(1)	N 0417526 E 8442436	02	✓	✓	✓	✓	
04	M1-90		15/11/22	2:52PM	15/11/22	2:57PM	(1)	N 0417526 E 8442436	02	✓	✓	✓	✓	
05	M2-30		15/11/22	4:33PM	15/11/22	4:38PM	(1)	N 0417526 E 8442436	02	✓	✓	✓	✓	
06	M2-60		15/11/22	5:03PM	15/11/22	5:08PM	(1)	N 0417526 E 8442436	02	✓	✓	✓	✓	
07	M2-90		15/11/22	5:33PM	15/11/22	5:38PM	(1)	N 0417526 E 8442436	02	✓	✓	✓	✓	
08	M3-30		15/11/22	7:36PM	15/11/22	7:41PM	(1)	N 0417526 E 8442436	02	✓	✓	✓	✓	
09	M3-60		15/11/22	8:06PM	15/11/22	8:11PM	(1)	N 0417526 E 8442436	02	✓	✓	✓	✓	
10	M3-90		15/11/22	8:36PM	15/11/22	8:41PM	(1)	N 0417526 E 8442436	02	✓	✓	✓	✓	

TOTAL DE MUESTRAS REQUERIDAS

RECEPCION DE MUESTRAS

LABORATORIO TECNOLÓGICO Y AMBIENTAL DAXEN SAC

Fecha: **16/11/22** Hora: **06:00**

T° de Muestra: **17.2** °C

OTROS DE "COP": **PH**, **Turbidez**, **CE**, **ST/E. Coli**

RECORRIDO TOTAL DE MUESTREO EN (K.M.): **17.2**

OTRO: **PH**, **Turbidez**, **CE**, **ST/E. Coli**

USUARIO: **MIKE TABOADA** (CLIENTE)

LABORATORIO: **MIKE TABOADA** (CLIENTE)

SELO RECOPIÓN: **17.2**

FECHA: **16/11/22**

HORA: **06:00**

Anexo N° 14: Informe de Ensayo



INFORME DE ENSAYO N° 220240

Datos del Cliente :

Nombre del cliente : **BENAVIDES LOPEZ MIGUEL ANTONIO / TABOADA GALVEZ MIKE LEONEL**
 Dirección del cliente : Urb. San Martín Mz. "E" Lote "8" - Pisco - Ica
 Solicitado por : **BENAVIDES LOPEZ MIGUEL ANTONIO / TABOADA GALVEZ MIKE LEONEL**
 Proyecto :
 Efecto de las Microburbujas de Aire en las Propiedades Físicoquímicas y Microbiológicas del agua de la Laguna, Huacachina Ica, 2022
 Muestreo realizado por :
 Procedencia de la muestra : Ica
 Cantidad de muestras y presentación :

Datos del Laboratorio:

Plan de muestreo :
 Producto : AGUA
 Fecha de recepción de muestra(s) : 17/11/2022
 Fecha de inicio del análisis : 22/10/2022
 Fecha de emisión del Informe :

I. RESULTADOS

Código de Laboratorio			T0	M1-30	M1-60	M1-90	M2-30	M2-60
Código de Cliente								
Tipo de Producto			Agua Superficial					
Fecha Inicial / Hora de Muestreo			14-11-2022 08:30 Hrs	15-11-2022 13:52 Hrs	15-11-2022 14:22 Hrs	15-11-2022 14:52 Hrs	15-11-2022 16:33 Hrs	15-11-2022 17:03 Hrs
Fecha Final / Hora de Muestreo			14-11-2022 08:35 Hrs	15-11-2022 13:57 Hrs	15-11-2022 14:27 Hrs	15-11-2022 14:57 Hrs	15-11-2022 16:38 Hrs	15-11-2022 17:08 Hrs
Ubicación Geográfica (WGS 84)			E 0417526 N 8442436					
Descripción de la Estación de Muestreo			Muestra inicial	Muestra 1- 30 min	Muestra 1- 60 min	Muestra 1- 90 min	Muestra 2- 30 min	Muestra 2- 60 min
Tipo Ensayo	Unidad	L.C.M.	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado
Parámetros de Campo								
pH	Unidades de pH	Resolución 0.1	9.30	8.97	8.60	8.21	9.30	8.54
Conductividad Eléctrica	µS/cm	Resolución 0.01	1172.0	1070.0	1035.0	958.0	1153.0	1060.0
Temperatura*	°C	0.01	20.9	21.0	21.0	20.9	21.0	21.1
Turbiedad*	NTU	0.10	65.4	41.7	23.0	11.8	46.5	18.3
Parámetros Microbiológicos								
Coliformes Fecales*	NMP/100mL	1.1	12.6	11.8	9.0	8.5	11.0	8.9
E. Coli*	NMP/100mL	1.0	7.5	5.1	3.7	1.0	4.8	2.9

Código de Laboratorio			M2-90	M3-30	M3-60	M3-90	M4-30	M4-60
Código de Cliente								
Tipo de Producto			Agua Superficial					
Fecha Inicial / Hora de Muestreo			15-11-2022 17:33 Hrs	15-11-2022 19:36 Hrs	15-11-2022 20:06 Hrs	15-11-2022 20:36 Hrs	15-11-2022 22:43 Hrs	15-11-2022 23:13 Hrs
Fecha Final / Hora de Muestreo			15-11-2022 17:38 Hrs	15-11-2022 19:41 Hrs	15-11-2022 20:11 Hrs	15-11-2022 20:41 Hrs	15-11-2022 22:48 Hrs	15-11-2022 23:18 Hrs
Ubicación Geográfica (WGS 84)			E 0417526 N 8442436					
Descripción de la Estación de Muestreo			Muestra 2- 90 min	Muestra 3- 30 min	Muestra 3- 60 min	Muestra 3- 90 min	Muestra 4- 30 min	Muestra 4- 60 min
Tipo Ensayo	Unidad	L.C.M.	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado
Parámetros de Campo								
pH	Unidades de pH	Resolución 0.1	8.05	8.79	8.12	7.70	9.18	8.62
Conductividad Eléctrica	µS/cm	Resolución 0.01	1002.0	1151.0	1067.0	994.0	1173.0	1056.0
Temperatura*	°C	0.01	21.1	21.0	21.0	21.1	21.0	20.9
Turbiedad*	NTU	0.10	10.7	38.2	19.5	10.7	40.3	28.8
Parámetros Microbiológicos								
Coliformes Fecales*	NMP/100mL	1.1	8.1	11.2	9.1	7.5	12.0	9.5
E. Coli*	NMP/100mL	1.0	< 1.0	5.5	3.3	< 1.0	5.5	3.3

Leyenda: L.C.M. = Límite de cuantificación del método.
 () - Resolución cuantificable, "-" = No Analizado.
 *< = Menor que el L.C.M. indicado, *> = Mayor al valor indicado.
 *Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.
 (s) : Resultado referencial por no cumplir con criterios de la metodología al analizar.

INFORME DE ENSAYO N° 220240

Código de Laboratorio	
Código de Cliente	M4-90
Tipo de Producto	Agua Superficial
Fecha Inicial / Hora de Muestreo	15-11-2022 23:43 Hrs
Fecha Final / Hora de Muestreo	15-11-2022 23:48 Hrs
Ubicación Geográfica (WGS 84)	E 0417526 N 8442436
Descripción de la Estación de Muestreo	Muestra 4- 90 min

Tipo Ensayo	Unidad	L.C.M.	Resultado
Parametros de Campo			
pH	Unidades de pH	Resolución 0.1	7.96
Conductividad Electrica	µS/cm	Resolución 0.01	987.0
Temperatura*	°C	0.01	21.0
Turbiedad*	NTU	0.10	12.6
Parametros Microbiológicos			
Coliformes Fecales*	NMP/100mL	1.1	8.0
E. Coli*	NMP/100mL	1.0	< 1.0

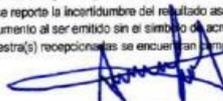
Leyenda: L.C.M. = Límite de cuantificación del método.
 *(z) = Resolución cuantificable, * - * = No Analizado.
 * < = Menor que el L.C.M. indicado, * > = Mayor al valor indicado.
 * Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.
 (a) = Resultado referencial por no cumplir con criterios de la metodología al analizar.

II - METODOS Y REFERENCIAS

Tipo Ensayo	Norma Referencia
Ph	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017. pH Value. Electrometric Method.
Conductividad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 23rd Ed. 2017. Conductivity. Laboratory Method.
Temperatura	APHA-AWWA-WEF, 22 th Ed. 2012/ 2550 B
Turbiedad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 23rd Ed. 2017. Turbidity. Nephelometric Method
Coliformes Fecales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E 1, 23rd Ed. 2017. Multiple-Tube Fermentation Technique for members of the Coliform Group. Fecal Coliform
E. Coli	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E 1, 23rd Ed. 2017. Multiple-Tube Fermentation Technique for members of the Coliform Group. Fecal Coliform

III. OBSERVACIONES

El lugar en que se realizan las actividades de laboratorio fue realizada en el Laboratorio/Campo.
 Para el presente Informe se utilizaron los siguientes procedimientos de monitoreo P-OPE-09,P-OPE-22,P-OPE-19,P-OPE-23,P-OPE-20, P-OPE-21.
 El alcance del ensayo en ug/m³ incluye el muestreo por parte de DAXEN LAB PERÚ S.A.C.
 Cuando se reporte la incertidumbre del resultado asociado, este se reporta utilizando un factor de cobertura de k=1.96 al 95% de confianza.
 Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por el INACAL-DA.
 La(s) muestra(s) receptoras se encuentran cumpliendo la especificación en la tabla del P-OPE-03 Métodos, preservantes y tiempo de vida.



Brayan Mendez Pacheco
 Gerente General
 Daxen Lab SAC



FIN DEL DOCUMENTO

Los resultados del presente informe de ensayo son válidos para las muestras referidas en el informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los métodos de ensayos presentados en el informe son acordes al alcance de los métodos correspondientes. El tiempo de custodia y perecibilidad de la muestra está en función a lo declarado en los métodos normalizados de ensayo y rige desde la toma de muestra. Ante cualquier modificación o adición de muestras del método, se debe proceder con el procedimiento P-COM-01 Revisión de solicitudes, ofertas y contratos. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Si DAXEN LAB PERÚ S.A.C no realizó la toma de muestra o el muestreo, los resultados se aplicaran a la muestra tal como fueron receptoras DAXEN LAB PERÚ S.A.C. Deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de DAXEN LAB PERÚ S.A.C.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, HAYDEE SUAREZ ALVITES, 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 Completa titulada: "Efectos de las micronanoburbujas de aire en las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del agua de la laguna Huacachina, Ica 2022", cuyos autores son BENAVIDES LOPEZ MIGUEL ANTONIO, TABOADA GALVEZ MIKE LEONEL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 15.00%, 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 Completa 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, 19 de Diciembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
HAYDEE SUAREZ ALVITES DNI: 07088154 ORCID: 0000-0003-2750-0980	Firmado electrónicamente por: SUAREZAL el 19-12- 2022 13:20:50

Código documento Trilce: TRI - 0495258