



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AMBIENTAL

Reducción de materia orgánica del efluente de un canal de
Lima, aplicando micro-nano burbujas de aire, 2020

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AMBIENTAL

AUTORES:

Acuña Sanchez, Pattsy Camel (ORCID: 0000-0002-6930-4251)

Ayuque Espinoza, Vladimir Huber (ORCID: 0000-0002-2845-3162)

ASESOR:

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

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

CALIDAD Y GESTIÓN DE RECURSOS NATURALES

LIMA – PERÚ

2020

DEDICATORIA

A mis padres

Remigio Ayuque Huamán y Celina Espinoza Ochoa, agradecerles eternamente porque gracias a ellos no hubiera alcanzado este objetivo, y a mi único hermano Rafael Jhonatan Ayuque Espinoza, quien me apoyo y me dio fuerzas en todo momento, y mil gracias a mi familia en general.

A mis padres

Nelly Sánchez Castillo y José Luis Acuña Pinedo que, con su inmenso e incondicional apoyo y amor, lleno de sacrificios y esfuerzo han hecho de mi lo que soy ahora, a mi adorada hermana Mishell Acuña Sánchez que también fue mi apoyo, amiga, soporte y ejemplo a seguir todos estos años.

AGRADECIMIENTO

Damos las gracias a Dios por permitirnos a cumplir uno de nuestro anhelo y así concluir nuestra profesión, también agradecer a nuestro asesor el Dr. Valverde Flores Jhonny, por su apoyo incondicional del desarrollo de la investigación, y a la Universidad por ser parte fundamental de nuestro desarrollo académico.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	viii
Índice de abreviaturas	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
III. MÉTODO	13
3.1. Tipo y diseño de investigación	13
3.1.1. Tipo de investigación	13
3.1.2. Diseño de investigación	13
3.2. Variables, Operacionalizacion.	14
3.3. Población, muestra y muestreo	29
3.3.1 Población	29
3.3.2. Muestra	29
3.3.3 Muestreo	30
3.3.4 Unidad de análisis	30
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.	30
3.4.1 Técnica e instrumento de recolección de datos.	30
3.4.2 Instrumentos de recolección de datos:	31
3.5. Procedimiento	32
3.6. Método de análisis de los datos	40
3.7. Aspectos éticos	41
IV. RESULTADOS	41

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	94
VI. CONCLUSIONES	97
VII. RECOMENDACIONES	98
REFERENCIAS	99
ANEXOS	102
Anexo 1: <i>Matriz operacional de variables</i>	102
Anexo 2: <i>Registro de datos de campo</i>	103
Anexo 3: <i>Cadena de custodia</i>	104
Anexo 4: <i>Validación de instrumentos</i>	105
Anexo 5: <i>Informe de ensayo Inicial</i>	108
Anexo 6: <i>Informe de ensayo Final</i>	110
Anexo 7: <i>Equipo Generador de micronanoburbujas</i>	114
Anexo 08: <i>Declaratoria de Originalidad del Autor/ Autores</i>	115
Anexo 9: <i>Declaratoria de Autenticidad del Asesor</i>	116
Anexo 10: <i>Acta de Sustentación del Trabajo de Investigación / Tesis</i>	117
Anexo 11: <i>Acta de Sustentación del Trabajo de Investigación / Tesis</i>	118
Anexo 12: <i>Confiabilidad de Turnitin</i>	120

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Ubicación del camal Yerbateros.	29
Figura 2. Recolección de la muestra de 1L.	33
Figura 3. Recolección de la muestra de 54L.	33
Figura 4. Refrigeración de la muestra.	34
Figura 5. Tanque 1.	35
Figura 6. Colar la muestra.	36
Figura 7. Filtrar la muestra.	36
Figura 8. Agregar la muestra en el tanque.	37
Figura 9. Tapas del equipo.	37
Figura 10. Generación de burbujas en el tanque.	38
Figura 11. Recolección de la muestra final.	38
Figura 12. Rotulación de la muestra final.	39
Figura 13. Rotulación de la muestra final.	39
Figura 14. Comparación de resultados iniciales y finales del parámetro pH.	50
Figura 15. Comparación de resultados iniciales y finales del parámetro Temperatura.	50
Figura 16. Comparación de resultados iniciales y finales del parámetro Conductividad eléctrica.	51
Figura 17. Comparación de resultados iniciales y finales del parámetro Oxígeno disuelto.	51
Figura 18. Comparación de resultados iniciales y finales del parámetro Turbidez.	52
Figura 19. Comparación de resultados iniciales y finales del parámetro DQO.	52
Figura 20. Comparación de resultados iniciales y finales del parámetro DBO5.	53

Figura 21. Comparación de resultados iniciales y finales del parámetro SST.	53
Figura 22. Comparación de resultados iniciales y finales del parámetro Coliformes totales.	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Parámetros físicos y químicos generales del agua residual de un camal.	24
Tabla 2. Matriz de operacionalización de variables.	28
Tabla 3. Técnica de recolección de datos.	31
Tabla 4. Validación de los instrumentos.	32
Tabla 5. Unidades de análisis.	35
Tabla 6. Comparación de resultados iniciales y finales del parámetro pH.	41
Tabla 7. Comparación de resultados iniciales y finales del parámetro Temperatura.	42
Tabla 8. Comparación de resultados iniciales y finales del parámetro Conductividad eléctrica.	43
Tabla 9. Comparación de resultados iniciales y finales del parámetro Oxígeno Disuelto.	44
Tabla 10. Comparación de resultados iniciales y finales del parámetro Turbidez.	45
Tabla 11. Comparación de resultados iniciales y finales del parámetro Demanda Química de Oxígeno.	46
Tabla 12. Comparación de resultados iniciales y finales del parámetro Demanda Biológica de Oxígeno.	47
Tabla 13. Comparación de resultados iniciales y finales del parámetro Sólidos Suspendidos Totales.	48
Tabla 14. Comparación de resultados iniciales y finales del parámetro Coliformes Totales.	49
Tabla 15. Características físicas de micronanoburbujas	54
Tabla 16. Prueba de normalidad para el pH.	55
Tabla 17. Prueba de homogeneidad de varianzas para el pH.	56
Tabla 18. Prueba de Anova para el pH.	57

Tabla 19. Prueba de Tukey para el pH.	58
Tabla 20. Prueba de normalidad para la Temperatura.	59
Tabla 21. Prueba de homogeneidad de varianzas para la temperatura.	61
Tabla 22. Prueba de Anova para la temperatura.	62
Tabla 23. Prueba de Tukey para la temperatura.	63
Tabla 24. Prueba de normalidad para la conductividad eléctrica.	65
Tabla 25. Prueba de homogeneidad de varianzas para la conductividad eléctrica.	66
Tabla 26. Prueba de Anova para la conductividad eléctrica.	67
Tabla 27. Prueba de Tukey para la conductividad eléctrica.	68
Tabla 28. Prueba de normalidad para el Oxígeno disuelto.	70
Tabla 29. Prueba de homogeneidad de varianzas para el Oxígeno disuelto.	71
Tabla 30. Prueba de Anova para el Oxígeno disuelto.	72
Tabla 31. Prueba de Tukey para el Oxígeno disuelto.	73
Tabla 32. Prueba de normalidad para la Turbidez.	75
Tabla 33. Prueba de homogeneidad de varianzas para la Turbidez.	76
Tabla 34. Prueba de Anova para la Turbidez.	77
Tabla 35. Prueba de Tukey para la Turbidez.	78
Tabla 36. Prueba de normalidad para el DBO5.	79
Tabla 37. Prueba de homogeneidad de varianzas para el DBO5.	81
Tabla 38. Prueba de Anova para el DBO5.	82
Tabla 39. Prueba de Tukey para el DBO5.	83
Tabla 40. Prueba de normalidad para el DQO.	84
Tabla 41. Prueba de homogeneidad de varianzas para el DQO.	86
Tabla 42. Prueba de Anova para el DQO.	87
Tabla 43. Prueba de Tukey para el DQO.	88
Tabla 44. Prueba de normalidad para el SST.	89

Tabla 45. Prueba de homogeneidad de varianzas para el SST.	91
Tabla 46. Prueba de Anova para el SST.	92
Tabla 47. Prueba de Tukey para el SST.	93
Tabla 48. Prueba de normalidad para Los Coliformes totales.	95
Tabla 49. Prueba de homogeneidad de varianzas para Los Coliformes totales.	96
Tabla 50. Prueba de Anova para Los Coliformes totales.	97
Tabla 51. Prueba de Tukey para Los Coliformes totales.	98

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como título “Reducción de materia orgánica del efluente de un Camal de Lima, aplicando micronanoburbujas de aire, 2020. El objetivo general, fue reducir la materia orgánica presente en los efluentes de un Camal de Lima, aplicando micronanoburbujas de aire. El estudio fue de tipo explicativo, experimental de enfoque cuantitativo se trabajó con dos variables, reducción de materia orgánica y aplicación de micronanoburbujas. La zona de estudio fue el Camal Yerbateros S.AC. del cual se tomaron muestras de efluentes residuales. Se realizó la toma de muestra de 1 L de efluentes para el análisis inicial, posteriormente se recolectaron 45 L de efluentes para el tratamiento de los efluentes. Se trataron tres muestras (M1, M2 y M3) de 15 L cada una con tres tiempos diferentes, 30 minutos, 60 minutos y 90 minutos. Al finalizar se obtuvieron los datos y se pasó a la comparación de resultados.

Palabras Claves: Efluentes residuales, Micronanoburbujas, Materia orgánica.

ABSTRACT

The present research work is entitled "Reduction of organic matter from the effluent of a Lima Camal, applying air micronanobubbles, 2020. The general objective was to reduce the organic matter present in the effluents of a Lima Camal, applying micronanobubbles of air. The study is explanatory, experimental, with a quantitative approach, working with two variables, reduction of organic matter and application of micronanobubbles. The study area was Camal Yerbateros S.AC. from which samples of residual effluents were taken. A sample of 1 L of effluents was carried out for the initial analysis, then 54 L of effluents were collected for treatment, the effluents were treated in three samples (M1, M2 and M3) of 15 L each with three different times, 30 minutes, 60 minutes and 90 minutes. At the end, the data were obtained and the results were compared.

Keywords: Residual effluents, Micronanobubbles, Organic matter.

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad problemática

En el Perú una de las principales problemáticas es la contaminación del agua, la cual deja serias consecuencias, como escasez de recursos Hídricos, proliferación de enfermedades, pérdida de biodiversidad, atraso social y económico, además de extinción de especies, entre otros. Es por ello, que el Ministerio del Ambiente, promueve en la Ley N° 28611 Ley General del Ambiente, el tratamiento de las aguas residuales con fines de recuperación y reutilización para desarrollar funciones para el control de la contaminación y el abastecimiento de agua.

Los camales o mataderos utilizan aguas en todos sus procesos, generando así efluentes líquidos con alta concentración de materia orgánica, que, en la mayoría de los casos, si ésta no cuenta con planta de tratamiento de efluentes, dichas aguas no se pueden reutilizar. Con el fin de reutilizar los efluentes provenientes de los camales o mataderos, se desarrolló el tratamiento de aguas residuales mediante la aplicación de las micronanoburbujas de aire.

Como zona de estudio, el tratamiento se realizó en los efluentes del Camal Frigorífico Yerbateros S.A.C. que se encuentra ubicado en la Av. Nicolas Ayllón N°1215, distrito de ATE, en la cual desarrollan la actividad de sacrificio y comercialización de especies Bovinas, Porcina y Ovino/Caprino. En los camales sacrifican diariamente un aproximado de 15 reses, 60 alpacas, 40 ovinos y 10 porcinos de los cuales, Se estima que los consumos de agua usada para limpieza de las vísceras proveniente de los animales sacrificados son 5 veces el peso del animal, ya que realizar la limpieza de los animales, es una tarea engorrosa debido a la alta cantidad de aceites y grasas presentes en el cuerpo de los animales (MUÑOZ, 2005).

La peculiaridad de los efluentes residuales, producto de este tipo de actividades es que sus aguas contienen una alta concentración DBO5, DQO, Sólidos disueltos, coliformes totales, aceites y grasas, etc.

Por ello, el problema general fue ¿En cuánto se reduce la concentración de materia orgánica del efluente de un Camal de Lima aplicando micronanoburbujas de Aire, 2020?, los problemas específicos fueron: ¿En cuánto mejoran las características

físicas del efluente de un Camal de Lima aplicando de micronanoburbujas de Aire, 2020? ¿En cuánto mejoran las características químicas del efluente de un Camal de Lima aplicando micronanoburbujas de Aire, 2020?, ¿En cuánto se reducen las características biológicas del efluente de un Camal de Lima aplicando micronanoburbujas de Aire, 2020?.

El agua es un recurso fundamental para la vida, que nos permite desarrollar distintas actividades para el progreso del país, según el Ministerio de agricultura y riego (2006) en el Perú se consume aproximadamente 1115 millones m³/año de agua para actividades industriales. Por lo cual, el inadecuado uso y falta de reutilización de este recurso hídrico puede dejar consecuencias irreversibles a nivel mundial y nacional.

La realización de esta investigación es un gran aporte para la ingeniería ambiental, ya que permite la recuperación de las aguas residuales del camal, para reutilizar en distintas actividades y procesos. Además, es una alternativa ecoeficiente, debido a que es amigable con el ambiente, porque genera poco consumo de energía y no genera residuos sólidos. Es preciso indicar que es un método sustentable e innovador, que ayuda a concientizar a la población sobre el tratamiento de efluentes industriales residuales, provenientes de los camales.

La Hipótesis general fue: La concentración de materia orgánica del efluente del camal municipal de la provincia de Huancavelica se reduce aplicando micronanoburbujas de aire, 2020. Las hipótesis específicas fueron: Las características físicas (pH, Temperatura, Conductividad Eléctrica, Oxígeno Disuelto y Turbidez) del efluente de un Camal de Lima mejoran la calidad del agua al aplicar micronanoburbujas de aire. Las características químicas (DBO5 y DQO) del efluente de un Camal de Lima mejoran la calidad del agua al aplicar micronanoburbujas de aire; y las características biológicas (Coliformes Totales y Sólidos en suspensión) del efluente de un Camal de Lima se reducen al aplicar micronanoburbujas de aire, 2020.

El objetivo general fue: Reducir la concentración de materia orgánica del efluente de un camal de Lima, aplicando micronanoburbujas de aire, 2020. Los objetivos

específicos fueron: Determinar las concentraciones de las características físicas del efluente de un camal de Lima aplicando micronanoburbujas de aire, 2020. Determinar las concentraciones de las características químicas del efluente de un camal de Lima aplicando micronanoburbujas de aire, 2020 y Determinar las concentraciones de las características biológicas del efluente de un camal de Lima aplicando micronanoburbujas de aire, 2020.

II. MARCO TEÓRICO

Se encontraron las siguientes investigaciones: En la investigación de tratamiento de sanguaza de pescado del mercado de ancón utilizando micro-nanoburbujas de aire a escala laboratorio, se utilizó un generador de micro-nano burbujas de aire; teniendo un caudal de 6.60 L/min y empleando una presión de 90 PSI, tomándose 30 minutos, 45 minutos y 60 minutos para las muestras tratadas, obteniéndose porcentajes de eficiencia para cada parámetro; reduciendo así la DBO5 en un 45.12%, la DQO en un 44.03%, la turbidez en un 78.7%; obteniéndose también un pH neutro (7); todo ello trabajando con 20.15 °C de temperatura ambiente. (VENTURA, 2017).

En la investigación de tratamiento de aguas residuales de una embotelladora de bebidas carbonatadas aplicando nanoburbujas de aire, la metodología empleada fue pre experimental y de tipo aplicada. En las 3 muestras de 20 litros de agua residual se aplicaron nanoburbujas de aire, de las cuales se sacaron 2 muestras; una a los 45 minutos y la otra a los 90 minutos luego de haber empezado el tratamiento con los resultados se pudo evidenciar que el tratamiento con las nanoburbujas se logró disminuir de manera significativa la concentración de: DBO5 en un 99.89% (de 1892.7 mg/L a 1.9 mg/L), DQO en un 99.13% (de 3681 mg/L a 32 mg/L), turbidez en un 71.97% (de 152 NTU a 42.6 NTU) y conductividad en un 8.4% (de 2500 mS/cm a 2290 mS/cm), (NUÑEZ, 2017).

En la investigación sobre reducción del DQO y SST de los efluentes residuales de una industria azucarera en Paramonga, se utiliza el tratamiento de las nanoburbujas

de aire con la finalidad de minimizar la concentración de DQO (demanda química oxígeno) y SST (sólidos suspendidos totales). Todo ello, se llevó a cabo con una muestra de efluente azucarero teniendo 412.15 mg O₂/L de concentración inicial de DQO y 620 mg de sólidos suspendidos totales. Luego de 90 minutos de haber tratado las aguas resulto al final que la DQO fue de 66.13 mg O₂/L y 131 mg SST/L sólidos suspendidos totales, ayudando en la mejora de la calidad del agua; así como: la reutilización para otro tipo de uso, (LEYVA, 2017).

En la investigación sobre disminución de la concentración de sólidos totales suspendidos y grasas contenidas en el agua de bombeo en la empresa pesquera Austral Group S.A.A mediante flotación con nanoburbujas, se recolectaron 40 muestras de agua de bombeo tanto en el ingreso como en la salida del equipo GEM (Energía de Gas de Mezcla). Dichas muestras fueron analizadas considerando el Protocolo de Monitoreo de Efluentes Pesqueros, hallándose sólidos suspendidos totales y grasas, obteniéndose resultados de las pruebas ejecutadas a nivel piloto se efectuaron bajo dos escenarios; con agua de bombeo con concentraciones baja y alta en grasas y sólidos totales suspendidos (SST), ambos llegaron los límites máximos permisibles en grasa, mientras que con el agua de bombeo de alta concentración, no se alcanzó los referidos límites en sólidos totales suspendidos, que a pesar de mostrarse clarificado el efluente de salida se visualiza un sedimento que en el análisis de laboratorio arroja valores mayo a 700 ppm, valor fuera de los límites máximos permisibles, (CIPIRAN, 2012).

En la investigación sobre reducción de coliformes presentes en aguas residuales domésticas mediante micronanoburbujas de aire-ozono en el distrito de Carhuaz, Ancash 2016, se obtuvo la reducción de la concentración de coliformes presentes en aguas residuales domésticas, teniéndose al inicio 130000 NMP/100mL y 240000 NMP/100mL de concentración de coliformes fecales y totales. De este modo, se logró hallar la eficiencia de reducción de coliformes totales y fecales en aguas residuales domésticas, a través de la utilización de micronanoburbujas teniendo un promedio de la eficiencia de reducción de 99.58% y 99.01% para coliformes fecales y totales (CRUZ, 2016).

Esta investigación evaluó la eficiencia de microburbujas de ozono para la eliminación de $\text{NH}_3\text{-N}$ de efluentes sintéticos de cinco lugares. La prueba fue inicialmente realizada en modo por lotes. Luego, para confirmar la viabilidad del tratamiento, se realizaron pruebas con flujo continuo con un efluente sintético y uno real. Los resultados mostraron que los parámetros del agua a tratar tienen influencia significativa en la eficiencia del tratamiento. La presencia de cianuros, cianato, tiocianato y metales negativamente influyó en el rendimiento del tratamiento. La eficiencia de eliminación de $\text{NH}_3\text{-N}$ varió de 27.8 a 99.3%. Las pruebas de flujo continuo confirmaron la viabilidad del tratamiento a gran escala ya que el 99,1% del $\text{NH}_3\text{-N}$ fue tratado a caudal de 1,1 L / min durante un período de tratamiento de 570 min. Los pasos finales de pulido eliminaron el color rosa del agua después del tratamiento de microburbujas de ozono, lo que resulta en una calidad satisfactoria del agua tratada, (RYSKIE, et al., 2019).

Las nanoburbujas tienen una aplicación de largo alcance en la ciencia de la interfaz, la ciencia minera, el tratamiento médico, el tratamiento de aguas residuales y otros campos. Los investigadores han llevado a cabo una investigación considerable sobre las propiedades y los factores influyentes de las nanoburbujas. Sin embargo, la vida anormal de las nanoburbujas: la superestabilidad sigue siendo una pregunta abierta. Según las teorías termodinámicas clásicas, las burbujas a nanoescala en el agua deben disolverse rápidamente, pero una gran cantidad de resultados de investigación en los últimos años indican que las nanoburbujas pueden existir en la interfaz sólido-líquido de manera estable. La comprensión profunda y el dominio del mecanismo de estabilidad subyacente de las nanoburbujas son la premisa de la investigación y las aplicaciones de las nanoburbujas. En este artículo, se revisan las teorías y modelos de estabilidad de nanoburbujas interfaciales en los últimos diez años. Además, se proponen algunas sugerencias para la investigación futura sobre teorías de estabilidad y también se analizan los enfoques de investigación y las direcciones de desarrollo de nanoburbujas en el futuro, (SUN, et al., 2016).

Las Tecnologías como: procesos de separación, explotación y refinación de petróleo, flotación, procesos de mezcla, tratamiento de aguas residuales, limpieza de superficies, nanomateriales en nanotecnología, agronomía, etc. requieren nuevas herramientas para aumentar su efectividad. La idea de ver lo que realmente

sucede en el nano nivel de los sistemas líquidos y coloides abrió un nuevo campo en el área de la ciencia fisicoquímica. Este nuevo campo se extiende desde la investigación de los mecanismos de creación de nanoburbujas (NB) hasta el estudio de sus propiedades y las posibles aplicaciones, desde el crecimiento de las plantas hasta la medicina. No es un hecho ocasional que durante los últimos años el número de artículos publicados sobre la tecnología NB aumentó notablemente (MICHAILIDI, et al., 2019).

En la investigación sobre reducción de la concentración de colorante Negro Reactivo 5 en agua mediante el uso de las micronanoburbujas de Ozono-Aire escala laboratorio, las concentraciones se encuentran en el rango de los colorantes en los efluentes industriales. En el sistema generador de nanoburbujas conformada por una bomba de 0.5 HP, De los experimentos se obtuvieron, en 140 minutos, resultados de 100 mg/L en 9.95%, 23 mg/L en 95.17% y 530 mg/L en 97.28% de porcentajes de eficiencia de reducción de color; así como la disminución de la DQO, para la concentración 1 (100mg/L) con DQO inicial de 674mg/L a 241.27 mg/L; para la concentración 2 con DQO inicial de 821mg/L a 747.10mg/L y para la concentración 3 (53 mg/L) con DQO inicial 1100 mg/L a 356.37 mg/L, (MALDONADO, 2017).

En la investigación se utilizaron micro-nanoburbujas para el tratamiento del proceso de efluentes de la planta de aceites de palma, llegando a obtener una eliminación de 57,3% de sólidos totales suspendidos y un 74,5% de aceite, mejorando la remoción de DQO con un 53,7% y el DBO5 con un 77%, en un período de 12,5 minutos de tiempo, (POH et al., 2014).

En la investigación sobre uso de electromicronano para la reducción de materia orgánica presente en las aguas residuales de la planta de tratamiento Tatahuaca-Oyón-217, señala la producción de micro-nanoburbujas mediante un generador electromicronano con cátodo de acero inoxidable y ánodos de alpaca y latón. Obteniéndose como resultados de eficiencia empleando acero inoxidable alpaca para el DQO de 6.87% (de 179.7 mg/L a 70.3mg/L), para el DBO5 de 63.73% (de 144.5 mg/L a 52.4 mg/L) y utilizando acero inoxidable latón para el DQO de 60.76%

(de 179.7 mg/L a 70.5 mg/L), para el DBO5 de 68.58% (de 144.5 mg/L a 45.4 mg/L), (ESPINOZA, 2017).

En la investigación titulada reducción de metales en los efluentes de la planta de producción aplicando micronanoburbujas de aire en la fábrica Baterías Volta del distrito de Puente Piedra, Lima-2016, se contempló el diseño pre experimental, obteniéndose una muestra de 4 L para conseguir las concentraciones de plomo y aluminio y los parámetros de campo. Por último, en 8 minutos fue aplicado el tratamiento, obteniéndose una eficiencia de 98.46%, con la muestra GMB, en la reducción de concentración de plomo y 92.14%, con la muestra GMA, en la reducción de concentración de aluminio. Llegando a la conclusión que los resultados que se obtuvieron cumplen con los VMA (Valores Máximos Admisibles); es decir, que la aplicación de micronanoburbujas de aire en aguas industriales con metales es efectiva, (GARCÍA, 2016).

La investigación titulada, reducción de la materia orgánica de las aguas residuales municipales a bajo costo utilizando nano hierro de síntesis verde extraído del té negro: inteligencia artificial con análisis de regresión, el método utilizado fue el preparado Green Synthesis nano Zero Valent Iron (GS-nZVI) extraído del té negro suave, se caracterizó usando análisis Difracción de Rayos X (XRD), SEM y EDAX. El efecto del preparado de GS-nZVI en la eliminación de DQO y DBO5 se estudió a diferentes pH, dosis de adsorbente, tiempo de contacto, velocidad de agitación y concentraciones. Los resultados indicaron que el preparado GS-nZVI, es eficaz en la eliminación de DQO y DBO5 de las aguas residuales, donde se lograron eficiencias de eliminación de 87.9 y 100% para 600 ± 15.0 y 100 ± 11.8 mg/L DQO, respectivamente, y 91.3 y 100% para 365 y 60 mg/L DBO5, respectivamente. Además, el GS-nZVI es un material altamente efectivo para la eliminación de contaminantes de aguas residuales. Entre sus conclusiones el estudio indica que el preparado GS-nZVI es un material fuerte para la eliminación de materia orgánica de aguas residuales municipales a baja concentración, con bajo costo de operación y mantenimiento (MAHMOUD, et al, 2019).

La investigación titulada reducción del potencial de formación de subproductos de materia orgánica y desinfección mediante coagulación de titanio, aluminio y sales

férricas para el tratamiento de fuente de agua micro contaminada, se centró en las características de eliminación de materia orgánica y los Potenciales de Formación de Subproductos de Desinfección Asociados (DBPFP)., durante el proceso de coagulación por sales de titanio en comparación con el aluminio tradicional y las sales férricas. Los resultados mostraron que en función de la eliminación de la materia orgánica disuelta (DOM), las dosis óptimas de coagulante de AlCl_3 , FeCl_3 y TiCl_4 fueron de 0,5 masa molar y los valores de pH iniciales óptimos fueron de 8, lo que indica que el DOM en el agua china típica podría eliminarse efectivamente a través del barrido y adsorción por hidróxidos metálicos en lugar del efecto de complejidad y neutralización de carga en condiciones ácidas. El rendimiento de coagulación de FeCl_3 y TiCl_4 fue mejor que AlCl_3 y el principal mecanismo de coagulación para eliminar el DOM típico era adsorción y barrido. (Wan et al, 2019).

En la investigación sobre reducción de la dureza de aguas subterráneas mediante micro-nano burbujas de aire-ozono en la urbanización Villa el Pinar - Comas, menciona que se tomaron 3 muestras realizándose un tratamiento en 10, 15 y 20 min. Se encontró en los resultados que en el sector Villa El Pinar las muestras de agua M-01, M-02 y M-03 presentaron una concentración de dureza total de 610ppm, 600ppm y 602 ppm, respectivamente. Motivo por el cual, se considera como agua muy dura; ya que se encuentra sobrepasando los límites máximos permisibles que es de 500ppm para el consumo humano. Por consiguiente, se logró remover un porcentaje de la dureza total empleando los micronanoburbujas, manteniéndose cerca de 500ppm siendo el límite máximo permisible (BENDEZU, 2017).

La investigación sobre análisis de la eficiencia del tratamiento de aguas residuales en una industria de refresco) tuvo como objetivo mejorar el tratamiento de lodos activados bajo la adición de nitrógeno, metano y fosforo para la mejora de la eficiencia del proceso de desnitrificación. La metodología fue medir concentración de DBO5 mediante la dispersión de muestras y condiciones de oxígeno disuelto por el método de Winkler. La medición de DQO se realizó mediante el método de dicromato simplificado y el SST se filtró, la cual se colocó en un horno de 105°C para pesar y secar. La conclusión fue que DBO5 obtuvo un porcentaje de remoción de 98.33% y la DQO un 97.53% y los SST un 50% (CAPODAGLIO et al., 2017).

En la investigación sobre comportamiento del sistema de nanoburbujas en el tratamiento para reducir los niveles de contaminación de aguas residuales domésticas de la provincia de Concepción, el caudal tanto de entrada como salida de agua residual del tanque fue de 0.1389 L/s en un tiempo de 2 horas de inyección de aire, obteniéndose un bajo porcentaje de remoción de DQO de 0.87%. Con un caudal de 0.0347 L/s en un tiempo de 8 horas de inyección de aire se alcanzó el porcentaje máximo de remoción de la DQO, llegando al 79.92% y; con un flujo de 0.0278 L/s en un tiempo de 10 horas no hubo un aumento significativo en la remoción comparado con los valores alcanzados a las 8 horas de operación (MACASSI, 2017).

En la investigación se plantearon métodos de oxidación y efectuaron pruebas de laboratorio para aguas superficiales y subterráneas mediante Micro-nano burbujas de tal forma que se puedan degradar los contaminantes orgánicos en condiciones de laboratorio como el anaranjado de metilo. Se produjeron micro-nano burbujas de oxígeno y ozono durante un tiempo de 30 minutos. La técnica usada en esta investigación se fundamenta en el tipo de flujo de líquido en espiral combinado con el tipo de disolución. Ambos tipos están orientados a la hidrodinámica, generándose las micro-nano burbujas con un caudal de gas (1,0 L/min) y líquido (10,0 L/min). La combinación de líquido y gas fueron inyectados en el cilindro para ser cortado en el volante giratorio. En conclusión, las micronanoburbujas de oxígeno no lograron la capacidad necesaria para la oxidación de anaranjado de metilo, no obstante, las de ozono generaron un efecto ligero de oxidación con respecto al contaminante orgánico, con la disminución de la concentración a los 5 minutos de 10 ppm a 3 ppm. La tasa de degradación llegó a alcanzar el 91% a cabo de 10 minutos, finalmente la degradación se redujo y el contaminante permaneció a 0,2 mg/L (HENGZHEN at al, 2013).

ETCHEPARE at al, (2017), llegaron a realizar una investigación sobre la separación del petróleo con aguas salinas mediante el tratamiento de micro-nanoburbujas y nanoburbujas de aire, llegando a obtener una de las más altas eficiencia en la remoción del petróleo en un porcentaje de más del 99% de eficiencia.

Asimismo, para dar consistencia a la presente investigación se describe teorías relacionadas al tema, entre los que se puede notar:

El Agua, es un recurso muy importante para todos nosotros, es un recurso esencial para la vida, cubriendo el 70% de toda la superficie terrestre. Este recurso se encuentra en los ríos, mares y agua subterráneo, de los cuales el 97,6% corresponde a agua salada y el 2,4% restante corresponde a agua dulce, la cual consumida por nosotros. El agua es inodoro e incoloro, es el solvente universal por excelencia, tiene la propiedad de cambiar de fase de estado líquido, sólido y gaseoso, (FERNANDEZ, 2012).

La distribución del agua en el mundo proviene de los océanos 97,6% siendo $1.350 \text{ km}^3 \cdot 10^6$, agua presente en los casquetes polares 1,9% siendo $26 \text{ km}^3 \cdot 10^6$, agua subterránea 0,5% siendo $131 \text{ km}^3 \cdot 10^6$, agua superficial consumible 0,02% siendo $1.5 \text{ km}^3 \cdot 10^6$, agua en el suelo 0,01% siendo $131 \text{ km}^3 \cdot 10^6$, entre otros (AUGE, 2007).

Las aguas residuales, son las que, por factores externos, han sido modificadas u alteradas tanto física, química o microbiológicamente, éstos se producen por instrucción antropogénica (OEFA, S.F).

Tipos de agua residual por su origen

Aguas residuales industriales, son aquellas que provienen de las industrias, las cuales generan efluentes en alguna parte del proceso de producción, las principales industrias que generan mayor cantidad de efluentes son: la industria minera, agrícola y energética (OEFA, S.F).

Los contaminantes que en su mayoría contaminan el agua, son de origen orgánico e inorgánico, provocando que ésta se altere en su composición (MUÑOZ, 2008).

Aguas residuales domésticas, son aquellas que provienen de las actividades comerciales y residenciales, en otras palabras, la principal característica del agua es la cantidad de desecho humano en su composición (OEFA, S.F).

Agua residual municipal, son aquellas que provienen de las viviendas, de las principales actividades cotidianas de las familias, como lo son aguas provenientes de los desagües o alcantarillado (OEFA, S.F).

Las aguas provienen del sacrificio de diversos animales tales como de vacas, ovejas y aves, las cuales luego se sacrificadas son limpiadas y desmembradas. La principal característica de esta agua es su peculiar color rojizo el cual proviene por el color de la sangre de los animales, a su vez la cantidad de DQO, los sólidos en suspensión y los aceites y grasas (Muñoz, 2008).

Los parámetros a evaluar del agua residual provenientes de un camal son el DBO5, el potencial de hidrogeno, sólidos suspendidos totales, las grasas, los coliformes totales, la turbiedad, el color, el amoniaco, la conductividad eléctrica, la densidad y el sabor del agua ya que las actividades realizadas generadas por el sacrificio de diversas especies animales, alteran la composición de diversos (MUÑOZ ,2005).

En la siguiente Tabla N°1 observaremos las composiciones físicas y químicas del agua residual proveniente del camal, como las sustancias sedimentales, pH, sustancias no disueltas, sólidos fijos, sólidos volátiles, sustancias disueltas, sólidos fijos, sólidos volátiles alcalinidad, grasa, nitrógeno, pentóxido de fósforo, óxido de potasio, consumo de KMnO4, DBO5.

Tabla N° 1: Parámetros físicos y químicos generales del agua residual de un camal

Parámetro	Unidad	valor
Sustancias sedimentables,	mL/L	10
pH		7
Sustancias no disueltas,	mg/L	580
Sólidos fijos,	mg/L	81
Sólidos Volátiles	mg/L	498
Sustancias disueltas,	mg/L	1206
Sólidos fijos,	mg/L	272
Sólidos volátiles	mg/L	934
Alcalinidad,	ml ácido/L	7
Grasa,	mg/L	108
Nitrógeno (N),	mg/L	145
Pentóxido de fósforo,	mg/L	19
Oxido de potasio,	mg/L	131
Consumo de KMnO4,	mg/L	154
DBO5%,	mg/L	838

Fuente: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente,
Cepis, Lima, Perú, 1991

Los camales, son lugares en los cuales se realiza el sacrificio de diferentes animales, este establecimiento es la etapa más importante de la industria de producción de carne. (RUIZ, 2011).

El Decreto supremo N° 502, hace mención en el artículo 1, 2 y 19. El artículo N°1 hace mención que los mataderos y camales deben de tener una inspección de calidad de la carne proveniente de ellos, el artículo N°2 indica que después del sacrificio de los animales, se debe de realizar una optimización de los productos comestibles y de los desechables realizándose un óptimo manejo de los residuos desechables. Según el artículo N° 19 se hace mención que los camales y mataderos deben de ser autorizados por el ente municipal, estas instalaciones no deben generar emisiones gaseosas, a su vez estas instalaciones no deben estar ubicada cerca de hospitales, colegios y aeropuertos etc. Según el Reglamento sanitario del faenado de animales de abasto.

Categorías de los camales

Según el Reglamento sanitario del faenado de animales de abasto

Categoría 1

Los camales de categoría 1, son establecimientos en los cuales existe una capacidad de aforo de sacrificio de los animales como: bovinos, porcinos y ovejas.

Categoría 2 y 3

Con respecto a esta categoría de mataderos y /o camales, éstos son de mayor dimensión, presentan un mayor aforo de sacrificio de animales, estos camales cuentan con un veterinario el cual se encarga de verificar las óptimas condiciones de salud de los animales antes de ser sacrificados.

Micro-nanoburbujas, se denomina burbujas a las pequeñas esferas mayores a 1 micra, con respecto a las microburbujas se les denominan así a las pequeñas esferas las cuales tienen un tamaño inferior a 1 micra (TSUGE, 2014).

(PALANIAPPAN, 2015), este autor hace mención que las micro nanoburbujas, se definen que como pequeñas burbujas de tamaños inferiores menores a 50 micras de diámetro.

Características de las micro-nanoburbujas

Las micro nanoburbujas tienen la característica de poseer una carga negativa, generada por el incremento de los iones presentes en la interface líquida, la peculiar característica de la micro nanoburbujas es que éstas logran retener a los sólidos, contaminantes de diferentes dimensiones. A pesar de que estos sólidos sean de mayor tamaño, las micro nanoburbujas logran retenerlas, encerrándolas en pequeñas micro burbujas, aislando el sólido u contaminante del cuerpo de agua a tratar (WINSOL, 2016).

PRAVEEN (2012), hace mención que para lograr un alto funcionamiento de las micro nano burbujas es necesario aplicar un generador, el cual genera aire desde la parte inferior de la base, en la cual se encuentra el agua a tratar, este aire genera miles de burbujas de menor tamaño siendo éstas las micro nano burbujas. Las peculiares características de éstas es que al ser más pequeñas estas tienden a poseer un mayor tiempo de exposición, logrando así capturar mayor cantidad de sólidos u contaminantes.

III. MÉTODO

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación es aplicativo, ya que se basó en experiencias realizadas por otros investigadores que aplican micronanoburbujas de aire (HERNÁNDEZ, 2014).

3.1.2. Diseño de investigación

El diseño de esta investigación es experimental. Según RAMÍREZ (2004), hace mención que al ser de tipo experimental se estudia un pre-tratamiento y un post tratamiento, basándose en el estudio de los fenómenos, manipulando las variables. Este diseño permite un control y potestad total al investigador sobre el manejo de la metodología.

Esquema:



Dónde:

O₁: Observación 1 (Análisis del efluente previo al tratamiento).

X: Aplicación de Micronanoburbujas de aire al efluente.

O₂: Observación 2 (Análisis del efluente tratado).

3.2. Variables, Operacionalización.

Las variables, son las siguientes:

Variable Independiente: Micro-nanoburbujas de aire,

Variable Dependiente: Reducción de materia orgánica en los efluentes, las cuales se presenta en la tabla N°2.

Además, en el Anexo 1 se adjunta completa la tabla de matriz operacional de variables.

Tabla N°2: *Matriz de Operacionalización de variables.*

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA
Variable dependiente: Reducción de materia orgánica de los efluentes.	Características físicas	Temperatura	°C
		Turbiedad	NTU
		pH	-
		Oxígeno Disuelto	OD
		Conductibilidad Eléctrica	μS/cm
		Turbiedad	NTU

	Características químicas	DBO5	mg/L	
		DQO	mg/ L	
	Características biológicas	Coliformes totales	NMP/100mp	
		SST	mg/ L	
	Variable independiente: Aplicación de Micronanoburbujas de aire.	Parámetros físicos de las micronanoburbujas	Diámetro de la burbuja	MNB
			Velocidad	
Tiempo			Min	
Flujo			L/s	

Fuente: *Elaboración propia.*

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1 Población

La población fue de 500 m³ de agua residual, proveniente del Camal Yerbateros S.A.C.

A continuación, se presenta la Figura N°1 Ubicación del Camal Yerbateros S.A.C.:



Figura N°1: Ubicación del Camal Yerbateros

Fuente: Google Earth.

3.3.2. Muestra

Se tomó una muestra de 1 L de efluentes residuales, para ser analizado en el laboratorio y obtener los resultados iniciales, además de una muestra de 45 L, para realizar el tratamiento aplicando micronanoburbujas de aire. Es preciso indicar que las muestras fueron tomadas el día 07 de junio del 2020 a la 1:00 pm.

3.3.3 Muestreo

El muestreo fue aleatorio simple, para la recolección de muestras del efluente residual del Camal Yerbateros S.A.C.

3.3.4 Unidad de análisis

La unidad de análisis fue de 1L de efluente residual del Camal Yerbateros S.A.C.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.

Técnica:

La técnica que se empleó fue la observación, experimentación y análisis de interpretación de los datos observables.

Según Cerda (1991), hace mención que la observación es uno de los métodos comúnmente más usados debido al grado de objetividad del investigador, a su vez es uno de los instrumentos de mayor relevancia científica ya que el investigador va a poseer habilidades de introspección y extrospección para el análisis del presente estudio.

A su vez esta técnica permite al investigador la completa potestad de controlar y adecuar el estudio dependiendo de sus capacidades y la interferencia de otros factores. La observación es de carácter selectivo brinda al investigador la aplicación del plan de desarrollo para obtener los resultados esperados.

3.4.1 Técnica e instrumento de recolección de datos.

A continuación, la tabla N°3 de técnica de recolección de datos del trabajo de investigación:

Tabla N°3: Técnica de recolección de datos

ETAPAS	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS	RESULTADOS
Recolección de la muestra	Observación	Fichas de registro de datos de campo (Anexo 2)	Se obtuvo la muestra para el análisis inicial y el tratamiento de efluentes.
Análisis Inicial de la muestra de los efluentes antes del tratamiento	Experimentales	- Cadena de custodia (Anexo 3) - Informe de ensayo de laboratorio (Anexo 4)	Se obtuvo, los resultados iniciales de los parámetros físicos, químicos y biológicos.
Aplicación de las micro-nanoburbujas de aire.	Experimentales	Equipo generador de micro-nanoburbujas de aire.	Elimino los contaminantes de los efluentes residuales.
Análisis final de la muestra de los efluentes tratados.	Experimentales	- Informe de ensayo de laboratorio (Anexo 5)	Se obtuvo, los resultados finales de los parámetros físicos, químicos y biológicos.
Comparación de resultados iniciales y finales	Experimentales	Análisis descriptivo	Resultados del análisis estadístico.

Fuente: Elaboración propia.

3.4.2 Instrumentos de recolección de datos:

- Ficha de registros de datos de campo: Registro de Descripción y ubicación de los puntos de monitoreo, Coordenadas, fechas, datos del muestreador, Localidad y observaciones.
- Cadenas de custodia: Registro de resultados de los parámetros físicos, químicos y biológicos del agua residual.
- Informes de ensayo: Resultados de los parámetros obtenido en la muestra inicial y final.

3.4.3 Validez del instrumento:

La validación del presente estudio se realizó por el experto y/o juez que cuenta con el grado académico de Magister y/o Doctor, perteneciente al Colegio de Ingenieros del Perú.

A continuación, la tabla N°4 Validación de los instrumentos del informe de investigación:

Tabla N°4: Validación de los instrumentos

Expertos	Especialidad	CIP	Puntaje (%)
Pillpa Aliaga, Freddy	Geomorfología, Hidrología y Edafología	196897	85
Cabrera Carranza, Carlos Francisco	Medio ambiente	46572	85
Jave Nakayo, Jorge Leonardo	Medio ambiente y desarrollo sostenible	43444	90

Fuente: Elaboración propia

3.4.4 Confiabilidad

La confiabilidad del trabajo de investigación se demostró en los resultados, ya que los análisis de agua residual final e inicial fue realizado en un laboratorio y los informes de ensayo fueron firmados por un Ingeniero químico y microbiólogo especialista colegiado.

Además, es preciso mencionar, que el informe de investigación fue revisado y aprobado el experto mencionados en la tabla N°3.

3.5. Procedimiento

Etapa N°1: Recolección de la muestra inicial

- Se establecieron los puntos de muestreo con coordenadas geográficas del efluente.
- Se registraron los datos en la ficha de campo.
- Se tomó la muestra 1 L del efluente residual para realizar el análisis inicial antes del tratamiento.



Figura N°2: *Recolección de la muestra de 1 L*

- Se recolectó la muestra de 45 L de efluente residual aplicando el método de muestreo simple para realizar el tratamiento.



Figura N°3: *Recolección de la muestra de 45 L*

- Se rotularon ambas muestras (1 L y 45 L) con los siguientes datos de campo: solicitante, puntos de monitoreo, laboratorio, tipo de cuerpo de agua, fecha de muestreo, hora de muestreo, muestreador, parámetros requeridos y nombre de preservantes.

Etapa N°2: Análisis de laboratorio de la muestra inicial.

- Para el análisis de pH, Temperatura, Oxígeno disuelto, turbidez y conductividad, se tomó una muestra 200 mL de efluentes, en un frasco de vidrio.
- Para el análisis de DQO se extrajo un volumen mayor de 200 mL en un frasco de plástico, para la preservación se añadió ácido sulfúrico concentrado hasta reducir a pH 2.
- Para análisis microbiológicos se tomó una botella cerrada para evitar la contaminación, se tomó 1 L efluente residual en un frasco de vidrio.
- Se registraron los datos en la ficha de campo.
- Se procedió a llevar las muestras en el Cooler de plástico para preservar la muestra a una temperatura de 4°C.



Figura N°4: Refrigeración de muestra

- Se analizó la muestra por un laboratorio.

Etapa N°3: Aplicación de las micro-nanoburbujas de aire.

- Se trató el agua residual por unidad de análisis de la tabla 5 en el equipo generador de micronanoburbujas.

Tabla N°5: Unidades de análisis

Muestra	Cantidad	Tiempo	Resultados
M1	15 L	30 minutos	R-1
			R-2
			R-3
M2	15 L	60 minutos	R-1
			R-2
			R-3
M3	15 L	90 minutos	R-1
			R-2
			R-3

Fuente: Elaboración propia

- Para la M1: Se enciende la compresora de la máquina, posteriormente se agrega 15 L de efluente residual al tanque 1.



Figura N°5: Tanque 1

- Se procedió a filtrar la muestra para evitar que las partículas y sólidos presentes en los efluentes obstruyan el generador de micronanoburbujas.



Figura N°6: Se separan las tres muestras



Figura N°7: Filtrar los efluentes

- El efluente se almacenó en el tanque.



Figura N°8: *Agregar la muestra en el tanque*

- Se cerraron las tapas del equipo y el efluente fue llevado al generador de micronanoburbujas de aire. Por el método de flotación los contaminantes de los efluentes salen a la superficie y son eliminados.

Figura N°9: *Tapas del equipo*



- Se realizó el tratamiento en un tiempo de 30 minutos.
- Posteriormente las aguas tratadas son depositadas en el tanque 2.



Figura N°10: Generación de burbujas en el tanque

- Se recolecta la muestra final en un tiempo 30 minutos en diferentes alturas (R-1, R-2, R-3) para obtener el promedio.



Figura N°11: Recolección de la muestra final



Figura N°12: Rotulación de la muestra final

Nota: el tratamiento se repite a M2 en un tiempo de 60 minutos y a la M3 en un tiempo de 90 minutos, de los cuales se obtiene 3 resultados cada uno.

Etapa N°4: Análisis de laboratorio de la muestra final

- Para el análisis final se recolectó la muestra en distintos frascos de 200 mL
- Para el análisis microbiológico se tomaron 200 mL de efluente tratado, en un frasco cerrado para evitar la contaminación.



Figura N°13: Rotulación de la muestra final

- Se registraron los datos en la ficha de campo.

- Se procedió a llevar el Cooler de plásticos con las muestras preservadas a una temperatura de 4°C.
- Se analizó la muestra por un laboratorio particular.

Etapa N°5: Comparación de las muestras

- Los resultados iniciales se compararon con los resultados finales.
- Con la ayuda del programa SPSS se analizaron los datos estadísticos obtenidos.

Equipos de protección personal:

- Guardapolvo
- Guantes de nitrilo
- Lentes de seguridad
- Botas de seguridad

Materiales para la toma de muestra:

- Galones de capacidad de 15 L.
- Frasco de vidrio de 200 mL
- Frasco de vidrio de 1 L.
- Frasco de plástico de 100 mL
- GPS
- Cooler
- ácido sulfúrico
- Geles refrigerantes

Equipo para el tratamiento:

- Equipo generador de micronanoburbujas

3.6. Método de análisis de los datos

El método de análisis se realizó con programas de tipo estadístico para el procesamiento de datos tales como Excel y SPSS (versión 26), en los cuales se ingresaron los datos provenientes del análisis de laboratorio y de los instrumentos.

3.7. Aspectos éticos

Los aspectos éticos se realizaron con el apoyo de citas bibliográficas, respetando la norma ISO 690, en la cual indica el anexo 2 de la Resolución Rectoral N° 089-2019/UCV de la Universidad Cesar Vallejo y de igual forma el porcentaje de similitud con otras investigaciones haciendo uso del software de similitud turnitin.

IV. RESULTADOS

Los resultados de variable dependiente de la investigación se presentan con los resultados iniciales y finales de los parámetros pH, Temperatura, conductividad eléctrica, Oxígeno disuelto, turbidez, Demanda bioquímica de oxígeno, Demanda química de oxígeno, sólidos sedimentables y coliformes totales.

A continuación, la Tabla N°6 comparación de resultados iniciales y finales del parámetro pH.

Tabla N°6: Comparación de resultados iniciales y finales del parámetro pH

Muestra	Cantidad	Tiempo	Fecha	Hora	Punto de monitoreo	pH
						Resultados
M - Inicial	1 L	-	07/07/20	13:00 pm	-	7.32
M1	15 L	30 minutos	13/07/20	7:00 pm	R-1	7.83
			13/07/20	7:00 pm	R-2	7.76
			13/07/20	7:00 pm	R-3	7.77
M2	15 L	60 minutos	13/07/20	8:00 pm	R-1	7.91
			13/07/20	8:00 pm	R-2	7.93
			13/07/20	8:00 pm	R-3	7.69
M3	15 L	90 minutos	13/07/20	9:30 pm	R-1	9.92
			13/07/20	9:30 pm	R-2	7.98

			13/07/20	9:30 pm	R-3	7.98
--	--	--	----------	---------	-----	------

Fuente: Elaboración propia.

Se compararon las muestras de los efluentes tomados, muestras iniciales con las tres muestras tomadas de los efluentes tratados, en el cual se evidencia una variación de pH.

A continuación, la Tabla N°7 comparación de resultados iniciales y finales del parámetro Temperatura.

Tabla N°7: Comparación de resultados iniciales y finales del parámetro Temperatura

Muestra	Cantidad	Tiempo	Fecha	Hora	Punto de monitoreo	Resultado de T (°C)
M - Inicial	1 L	-	07/07/20	13:00 pm	-	19.8
M1	15 L	30 minutos	13/07/20	7:00 pm	R-1	19.5
			13/07/20	7:00 pm	R-2	19.5
			13/07/20	7:00 pm	R-3	19.5
M2	15 L	60 minutos	13/07/20	8:00 pm	R-1	19.2
			13/07/20	8:00 pm	R-2	19.2
			13/07/20	8:00 pm	R-3	19.2
M3	15 L	90 minutos	13/07/20	9:30 pm	R-1	19.3
			13/07/20	9:30 pm	R-2	19.3
			13/07/20	9:30 pm	R-3	19.3

Fuente: Elaboración propia.

Se compararon las muestras del efluente tomadas, muestras iniciales con las tres muestras tomadas del efluente tratado, en el cual se evidencia una ligera variación de temperatura.

A continuación, la Tabla N°8 comparación de resultados iniciales y finales del parámetro Conductividad eléctrica.

Tabla N°8: *Comparación de resultados iniciales y finales del parámetro Conductividad eléctrica*

Muestra	Cantidad	Tiempo	Fecha	Hora	Punto de monitoreo	Resultado de CE ($\mu\text{s}/\text{cm}$)
M - Inicial	1 L	-	07/07/20	13:00 pm	-	1638
M1	15 L	30 minutos	13/07/20	7:00 pm	R-1	1281
			13/07/20	7:00 pm	R-2	1287
			13/07/20	7:00 pm	R-3	1294
M2	15 L	60 minutos	13/07/20	8:00 pm	R-1	1254
			13/07/20	8:00 pm	R-2	1251
			13/07/20	8:00 pm	R-3	1248
M3	15 L	90 minutos	13/07/20	9:30 pm	R-1	1191
			13/07/20	9:30 pm	R-2	1182
			13/07/20	9:30 pm	R-3	1174

Fuente: *Elaboración propia.*

Se compararon las muestras del efluente tomado, muestras iniciales con las tres muestras tomadas del efluente tratado, en el cual se evidencia una disminución de conductividad eléctrica en los 90 minutos del efluente tratado.

A continuación, la Tabla N°9 comparación de resultados iniciales y finales del parámetro Oxígeno disuelto.

Tabla N°9: *Comparación de resultados iniciales y finales del parámetro Oxígeno disuelto*

Muestra	Cantidad	Tiempo	Fecha	Hora	Punto de monitoreo	Resultado de OD (mL)
---------	----------	--------	-------	------	--------------------	----------------------

M - Inicial	1 L	-	07/07/20	13:00 pm	-	1.92
M1	15 L	30 minutos	13/07/20	7:00 pm	R-1	2.75
			13/07/20	7:00 pm	R-2	2.52
			13/07/20	7:00 pm	R-3	2.55
M2	15 L	60 minutos	13/07/20	8:00 pm	R-1	3.19
			13/07/20	8:00 pm	R-2	3.24
			13/07/20	8:00 pm	R-3	3.24
M3	15 L	90 minutos	13/07/20	9:30 pm	R-1	3.63
			13/07/20	9:30 pm	R-2	3.78
			13/07/20	9:30 pm	R-3	3.78

Fuente: Elaboración propia.

Se compararon las muestras de los efluentes tomados, muestras iniciales con las tres muestras tomadas de los efluentes tratados, en el cual se evidencia un aumento de oxígeno disuelto en los 90 minutos de tratamiento.

A continuación, la Tabla N°10 comparación de resultados iniciales y finales del parámetro Turbidez.

Tabla N°10: Comparación de resultados iniciales y finales del parámetro Turbidez

Muestra	Cantidad	Tiempo	Fecha	Hora	Punto de monitoreo	Resultado de Turbidez (NTU)
M - Inicial	1 L	-	07/07/20	13:00 pm	-	105
M1	15 L	30 minutos	13/07/20	7:00 pm	R-1	93.7
			13/07/20	7:00 pm	R-2	93.1
			13/07/20	7:00 pm	R-3	93.1
M2	15 L		13/07/20	8:00 pm	R-1	78.6

		60 minutos	13/07/20	8:00 pm	R-2	78.4
			13/07/20	8:00 pm	R-3	79.1
M3	15 L	90 minutos	13/07/20	9:30 pm	R-1	78.7
			13/07/20	9:30 pm	R-2	78.5
			13/07/20	9:30 pm	R-3	78.5

Fuente: Elaboración propia.

Se compararon las muestras de los efluentes tomados, muestras iniciales con las tres muestras tomadas de los efluentes tratados, en el cual se evidencia una disminución de turbidez en los 90 minutos de tratamiento.

A continuación, la Tabla N°11 comparación de resultados iniciales y finales del parámetro Demanda química de oxígeno.

Tabla N°11: Comparación de resultados iniciales y finales del parámetro Demanda química de oxígeno

Muestra	Cantidad	Tiempo	Fecha	Hora	Punto de monitoreo	Resultado DQO (mg/L)
M - Inicial	1 L	-	07/07/20	13:00 pm	-	1278
M1	15 L	30 minutos	13/07/20	7:00 pm	R-1	728
			13/07/20	7:00 pm	R-2	722
			13/07/20	7:00 pm	R-3	715
M2	15 L	60 minutos	13/07/20	8:00 pm	R-1	657
			13/07/20	8:00 pm	R-2	649
			13/07/20	8:00 pm	R-3	653
M3	15 L	90 minutos	13/07/20	9:30 pm	R-1	621
			13/07/20	9:30 pm	R-2	628
			13/07/20	9:30 pm	R-3	628

Fuente: Elaboración propia.

Se compararon las muestras de los efluentes tomados, muestras iniciales con las tres muestras tomadas de los efluentes tratados, en el cual se evidencia una reducción de DQO en los 90 minutos del efluente tratado.

A continuación, la Tabla N°12 comparación de resultados iniciales y finales del parámetro Demanda biológica de oxígeno.

Tabla N°12: Comparación de resultados iniciales y finales del parámetro Demanda biológica de oxígeno

Muestra	Cantidad	Tiempo	Fecha	Hora	Punto de monitoreo	Resultado DBO5 (mg/L)
M - Inicial	1 L	-	07/07/20	13:00 pm	-	983
M1	15 L	30 minutos	13/07/20	7:00 pm	R-1	451
			13/07/20	7:00 pm	R-2	468
			13/07/20	7:00 pm	R-3	451
M2	15 L	60 minutos	13/07/20	8:00 pm	R-1	315
			13/07/20	8:00 pm	R-2	318
			13/07/20	8:00 pm	R-3	322
M3	15 L	90 minutos	13/07/20	9:30 pm	R-1	307
			13/07/20	9:30 pm	R-2	301
			13/07/20	9:30 pm	R-3	307

Fuente: Elaboración propia.

Se compararon las muestras de los efluentes tomados, muestras iniciales con las tres muestras tomadas de los efluentes tratados, en el cual se evidencia una reducción de DBO5 en los 90 minutos del efluente tratado.

A continuación, la Tabla N°13 comparación de resultados iniciales y finales del parámetro Sólidos suspendidos totales.

Tabla N°13: Comparación de resultados iniciales y finales del parámetro Sólidos suspendidos totales

Muestra	Cantidad	Tiempo	Fecha	Hora	Punto de monitoreo	Unidad de medida	Resultado SST (mg/L)
M - Inicial	1 L	-	07/07/20	13:00 pm	-	mg/L	431
M1	15 L	30 minutos	13/07/20	7:00 pm	R-1	mg/L	187
			13/07/20	7:00 pm	R-2	mg/L	183
			13/07/20	7:00 pm	R-3	mg/L	179
M2	15 L	60 minutos	13/07/20	8:00 pm	R-1	mg/L	93.8
			13/07/20	8:00 pm	R-2	mg/L	93.4
			13/07/20	8:00 pm	R-3	mg/L	93.8
M3	15 L	90 minutos	13/07/20	9:30 pm	R-1	mg/L	81.9
			13/07/20	9:30 pm	R-2	mg/L	81.3
			13/07/20	9:30 pm	R-3	mg/L	82.7

Fuente: Elaboración propia.

Se compararon las muestras de los efluentes tomados, muestras iniciales con las tres muestras tomadas de los efluentes tratados, en el cual se evidencia una reducción de SST en los 90 minutos del efluente tratado.

A continuación, la Tabla N°14 comparación de resultados iniciales y finales del parámetro Coliformes totales.

**Tabla N°14: Comparación de resultados iniciales y finales del parámetro
Coliformes Totales**

Muestra	Cantidad	Tiempo	Fecha	Hora	Punto de monitoreo	Resultado Coliformes Totales (NMP/100 mL)
M - Inicial	1 L	-	07/07/20	13:00 pm	-	2.8 x 10 ⁵
M1	15 L	30 minutos	13/07/20	7:00 pm	R-1	2100
			13/07/20	7:00 pm	R-2	1100
			13/07/20	7:00 pm	R-3	1500
M2	15 L	60 minutos	13/07/20	8:00 pm	R-1	4000
			13/07/20	8:00 pm	R-2	7000
			13/07/20	8:00 pm	R-3	4000
M3	15 L	90 minutos	13/07/20	9:30 pm	R-1	40000
			13/07/20	9:30 pm	R-2	23000
			13/07/20	9:30 pm	R-3	21000

Fuente: Elaboración propia.

Se compararon las muestras de los efluentes tomados, muestras iniciales con las tres muestras tomadas de los efluentes tratados, en el cual se evidencia una variación de reducción de Coliformes totales en los 90 minutos del efluente tratado.

En las siguientes figuras se presentan la comparación de los resultados iniciales y finales, de acuerdo con respectiva tabla.

A continuación, la figura N°14 Comparación de resultados iniciales y finales del parámetro pH.

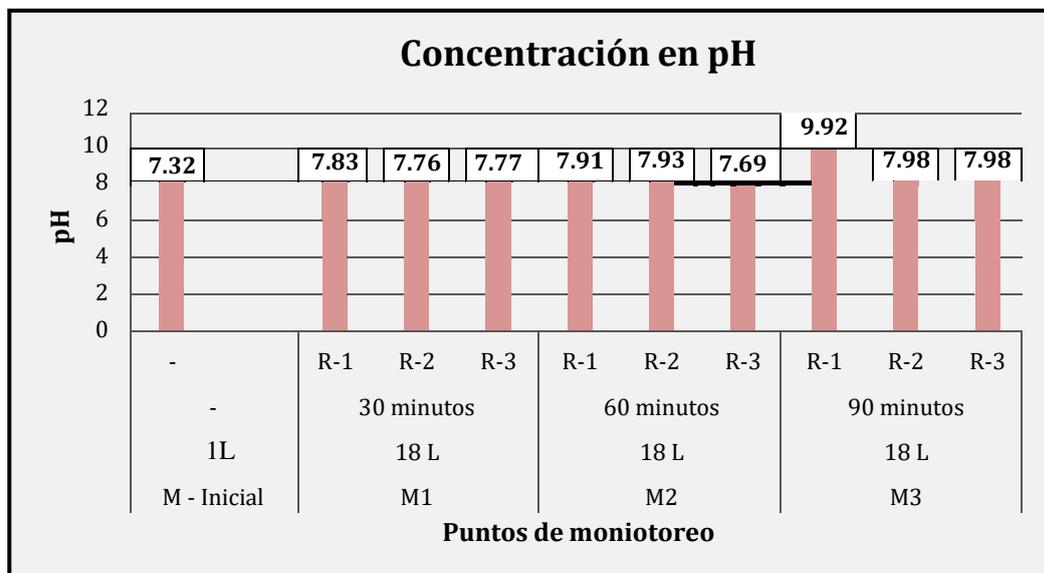


Figura N°14: Comparación de resultados iniciales y finales parámetro pH

Fuente: *Elaboración propia*

A continuación, la figura N°15 Comparación de resultados iniciales y finales del parámetro Temperatura.

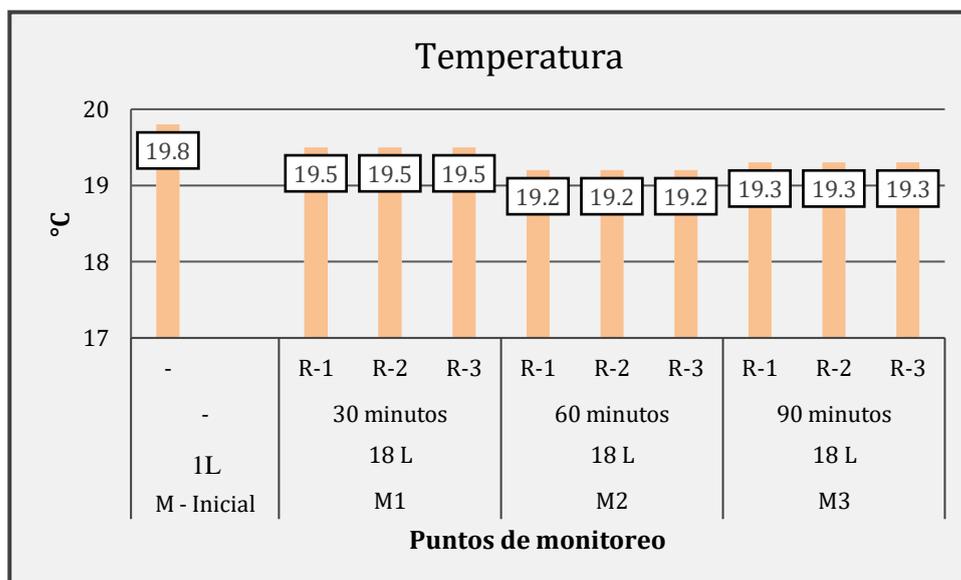


Figura N°15: Comparación de resultados iniciales y finales del parámetro temperatura

Fuente: *Elaboración propia*

A continuación, la figura N°16 Comparación de resultados iniciales y finales del parámetro Conductividad Eléctrica.

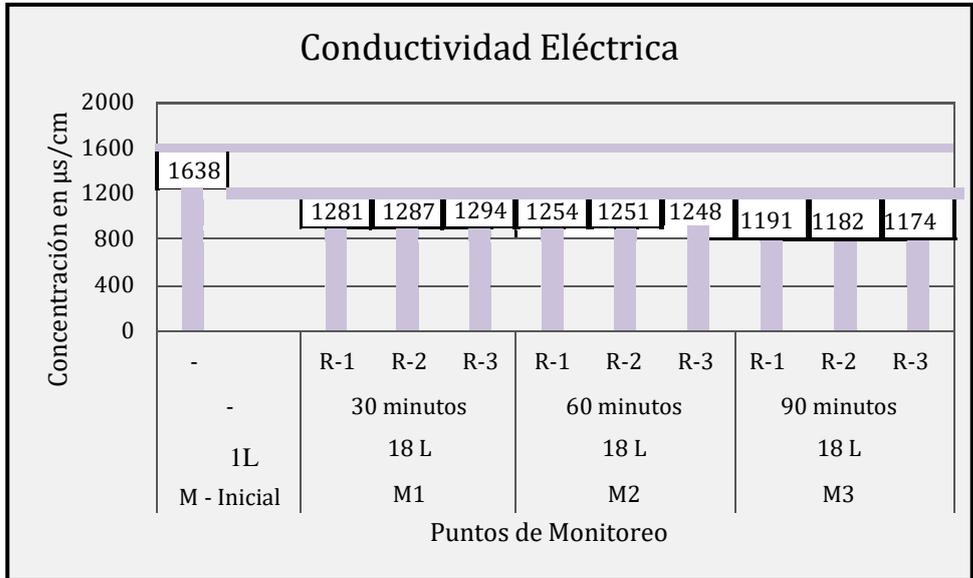


Figura N°16: Comparación de resultados iniciales y finales del parámetro conductividad eléctrica

Fuente: *Elaboración propia*

A continuación, la figura N°17 Comparación de resultados iniciales y finales del parámetro Oxígeno disuelto.

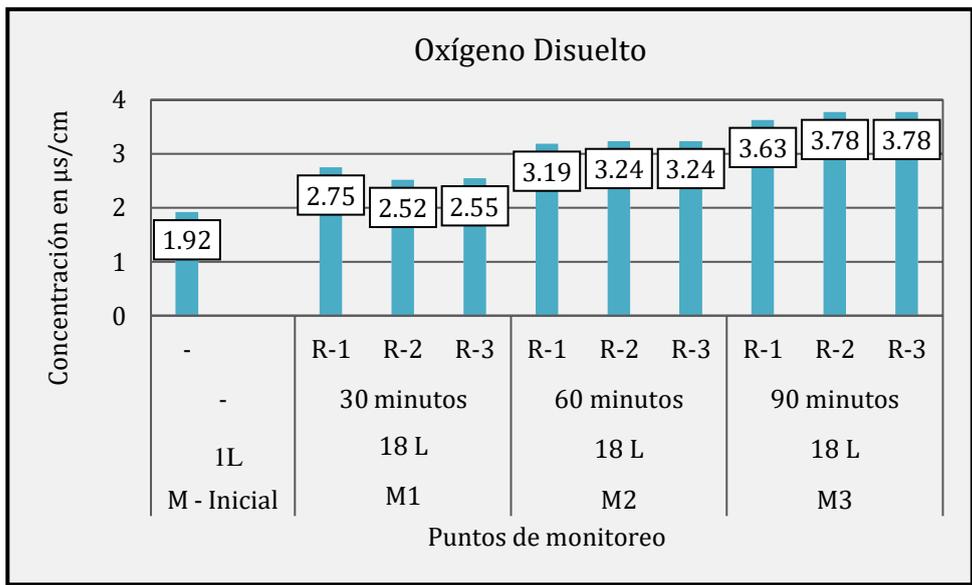


Figura N°17: Comparación de resultados iniciales y finales del parámetro Oxígeno disuelto

Fuente: *Elaboración propia*

A continuación, la figura N°18 Comparación de resultados iniciales y finales del parámetro Turbidez.

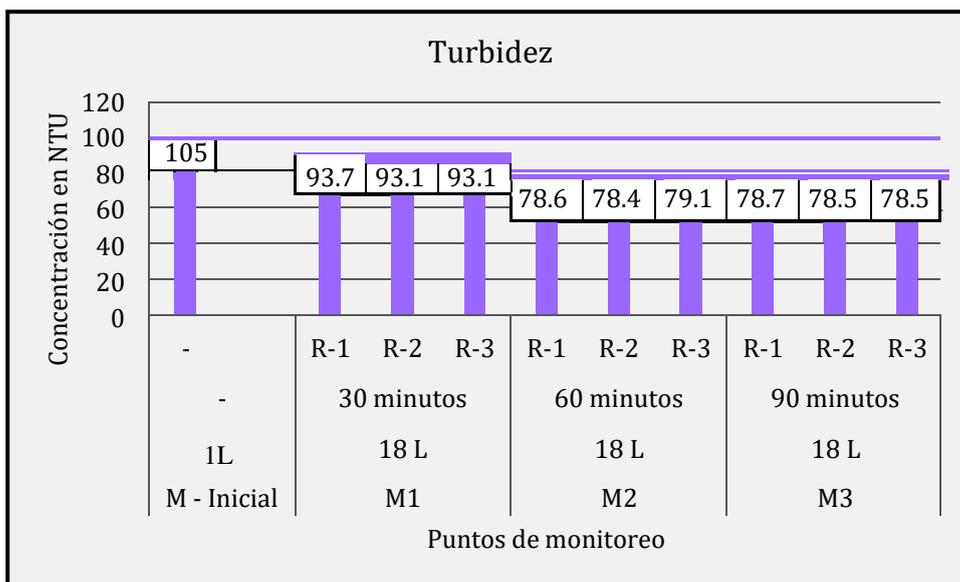


Figura N°18: Comparación de resultados iniciales y finales del parámetro Turbidez

Fuente: *Elaboración propia*

A continuación, la figura N°19 Comparación de resultados iniciales y finales del parámetro DQO

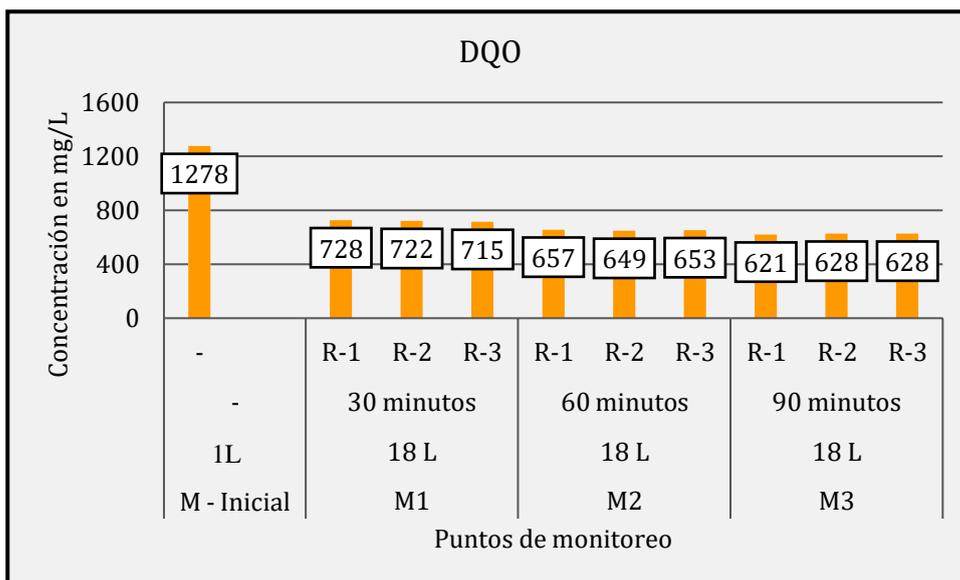


Figura N°19: Comparación de resultados iniciales y finales del parámetro DQO

Fuente: *Elaboración propia*

A continuación, la figura N°20 Comparación de resultados iniciales y finales del parámetro DBO5

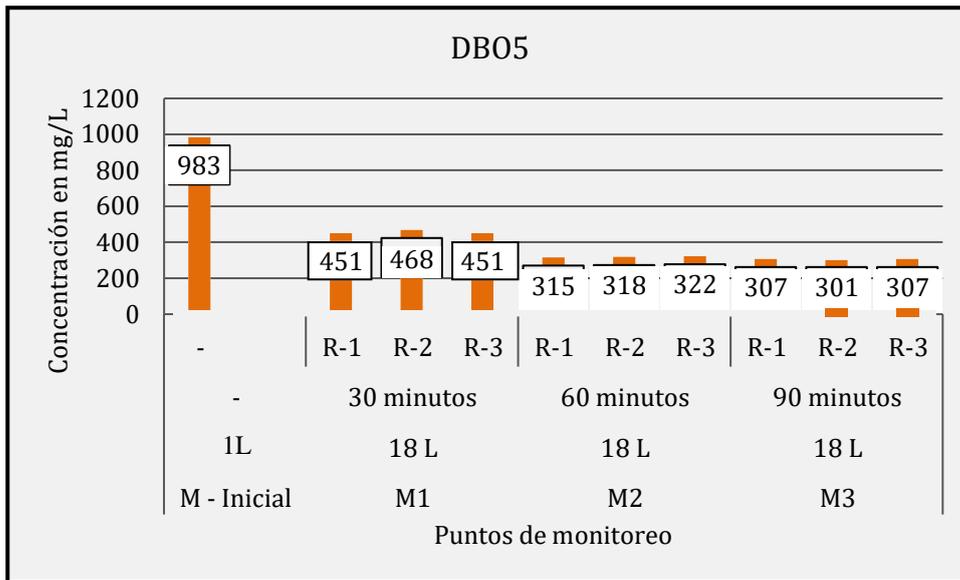


Figura N°20: Comparación de resultados iniciales y finales del parámetro DBO5

Fuente: *Elaboración propia*

A continuación, la figura N°21 Comparación de resultados iniciales y finales del parámetro Sólidos suspendidos totales.

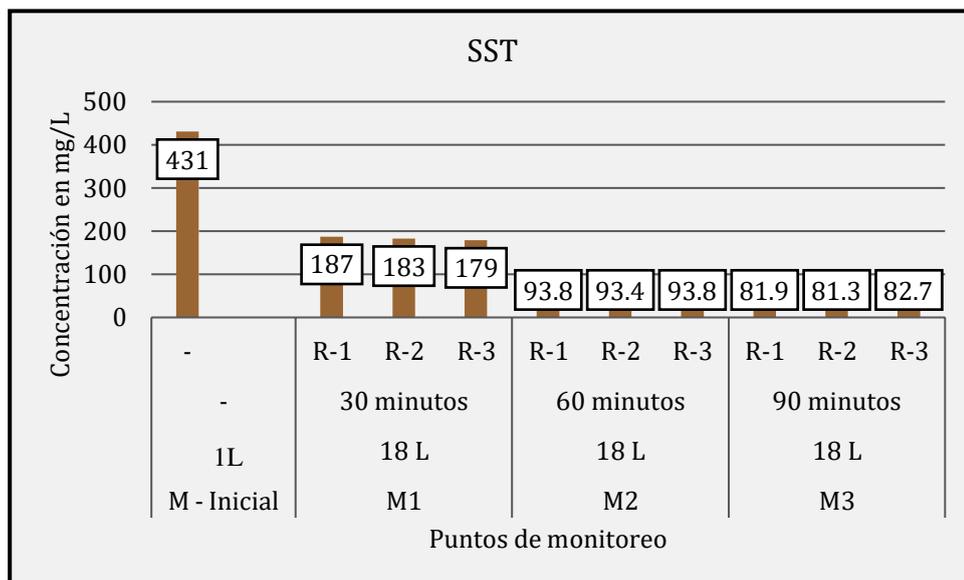


Figura N°21: Comparación de resultados iniciales y finales del parámetro SST

Fuente: *Elaboración propia*

A continuación, la figura N°22 Comparación de resultados iniciales y finales del parámetro Coliformes totales.

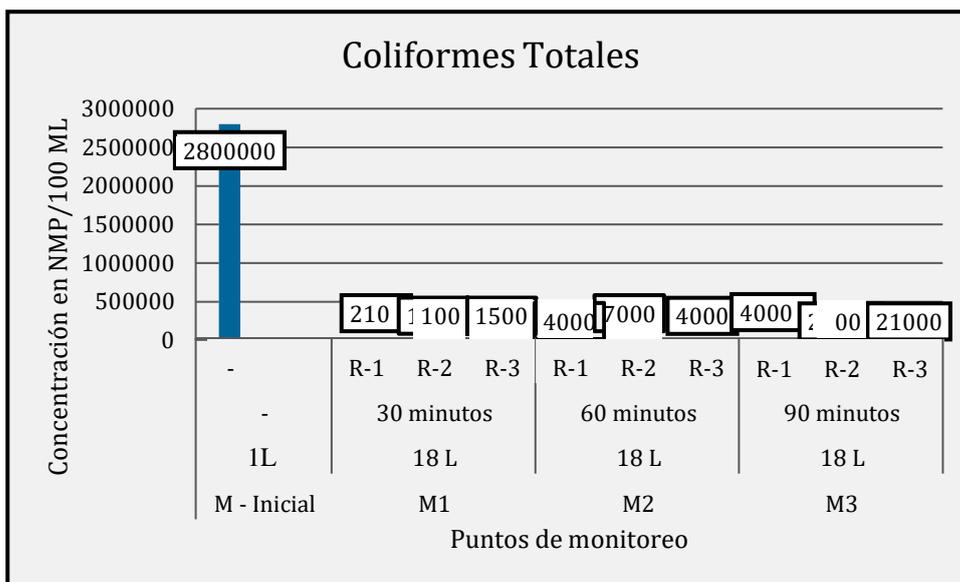


Figura N°22: Comparación de resultados iniciales y finales del parámetro Coliformes Totales

Fuente: Elaboración propia

Los resultados de variable Independiente de la investigación realizada se presentan en la tabla N° 15, las cuales son Diámetro, velocidad, tiempo y flujo.

A continuación, la Tabla N°15 características físicas de micronanoburbujas.

Tabla N° 15: características físicas de micronanoburbujas

Micronanoburbujas				
Parámetro	Unidad	Resultados		
Tiempo	min	30	60	90
Potencia	Hz	50	50	50
Flujo	L/s	18	18	18

Fuente: Elaboración propia.

Contrastación de la hipótesis

Tabla N° 16: Prueba de Normalidad para el pH

Pruebas de normalidad							
Parámetro	TIEMPOS	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
pH	MUESTRA INICIAL	,175	3	.	1,000	3	1,000
	TIEMPO 30 MIN	,337	3	.	,855	3	,253
	TIEMPO 60 MIN	,358	3	.	,812	3	,144
	TIEMPO 90 MIN	,134	3	.	,352	3	,056
a. Corrección de significación de Lilliefors							

Prueba de hipótesis

Ho: Los datos proceden de una distribución normal

H1: Los datos no proceden de una distribución normal

Regla de decisión

Sig. \leq 0,05 Se rechaza la Ho, se acepta la H1.

Sig. $>$ 0,05 Se acepta la Ho, se rechaza la H1

Resultado /Conclusión

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

Tabla N° 17: Prueba de homogeneidad de varianzas para el pH

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
pH	Se basa en la media	14,046	3	8	,001
	Se basa en la mediana	,873	3	8	,494
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,873	3	2,051	,571
	Se basa en la media recortada	11,069	3	8	,003

Contraste de hipótesis – Prueba de Levene

Se realiza la homogeneidad de varianza para los datos del análisis inicial y final del suelo. Para ello, se determinó mediante la Prueba de Levene.

Prueba de hipótesis

Ho: Varianzas iguales, entre si ($\alpha = \alpha = \alpha$) **H1:**

Varianzas diferentes entre si ($\alpha \neq \alpha \neq \alpha$) **Regla**

de decisión

Sig. $\leq 0,05$ Se rechaza la Ho, se acepta la H1.

Sig. $> 0,05$ Se acepta la Ho, se rechaza la H1

Resultado / Conclusión

P valor menor e **0,05** entonces aceptamos la **H1** Varianzas diferentes entre sí ($\alpha \neq \alpha \neq \alpha$)

Tabla N°18: Prueba de ANOVA para el pH

ANOVA					
pH					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.

Entre grupos	2,641	3	,880	2,763	,111
Dentro de grupos	2,549	8	,319		
Total	5,190	11			

Prueba de hipótesis

Ho Las características físicas (pH) del efluente de un Camal de Lima no mejoran al aplicar micronanoburbujas de aire.

H1: Las características físicas (pH) del efluente de un Camal de Lima mejoran al aplicar micronanoburbujas de aire.

Regla de decisión

Sig. \leq 0,05 Se rechaza la Ho, se acepta la H1.

Sig. $>$ 0,05 Se acepta la Ho, se rechaza la H1

Resultado /discusión

P valor mayor de **0,05** entonces aceptamos **Ho** Las características físicas (pH) del efluente de un Camal de Lima no mejoran al aplicar micronanoburbujas de aire.

Tabla N°19: Prueba de Tukey para el pH

Comparaciones múltiples					
Variable dependiente: pH					
HSD Tukey					
(I) TIEMPOS	(J) TIEMPOS	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%

					Límite inferior	Límite superior
MUESTRA INICIAL	TIEMPO 30 MIN	-,46667	,46090	,747	-1,9426	1,0093
	TIEMPO 60 MIN	-,52333	,46090	,680	-1,9993	,9526
	TIEMPO 90 MIN	-1,30667	,46090	,084	-2,7826	,1693
TIEMPO 30 MIN	MUESTRA INICIAL	,46667	,46090	,747	-1,0093	1,9426
	TIEMPO 60 MIN	-,05667	,46090	,999	-1,5326	1,4193
	TIEMPO 90 MIN	-,84000	,46090	,330	-2,3160	,6360
TIEMPO 60 MIN	MUESTRA INICIAL	,52333	,46090	,680	-,9526	1,9993
	TIEMPO 30 MIN	,05667	,46090	,999	-1,4193	1,5326
	TIEMPO 90 MIN	-,78333	,46090	,383	-2,2593	,6926
TIEMPO 90 MIN	MUESTRA INICIAL	1,30667	,46090	,084	-,1693	2,7826
	TIEMPO 30 MIN	,84000	,46090	,330	-,6360	2,3160
	TIEMPO 60 MIN	,78333	,46090	,383	-,6926	2,2593

Prueba de hipótesis

H0: No existe alguna significancia entre la muestra inicial y los tratamientos de micronanoburbujas de aire sometidas a diferentes tiempos, con respecto al pH

H1: Existe alguna significancia entre la muestra inicial y los tratamientos de micronanoburbujas de aire sometidas a diferentes tiempos, con respecto al pH.

Regla de decisión

Sig. \leq 0,05 Se rechaza la Ho, se acepta la H1.

Sig. $>$ 0,05 Se acepta la Ho, se rechaza la H1

Resultado /discusión

P valor mayor de **0,05** entonces aceptamos la **H0:** No existe alguna significancia entre la muestra inicial y los tratamientos de micronanoburbujas de aire sometidas a diferentes tiempos, con respecto al pH

Tabla N°20: Prueba de Normalidad para la temperatura

Pruebas de normalidad							
	TIEMPOS	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
TEMPERATURA	MUESTRA INICIAL	,314	3	.	,893	3	,363
	TIEMPO 30 MIN	,235	3	.	,753	3	,743
	TIEMPO 60 MIN	,865	3	.	.,245	3	,074
	TIEMPO 90 MIN	,235	3	.	,643	3	,087
a. Corrección de significación de Lilliefors							

Prueba de hipótesis

Ho: Los datos proceden de una distribución normal

H1: Los datos no proceden de una distribución normal

Regla de decisión

Sig. \leq 0,05 Se rechaza la Ho, se acepta la H1.

Sig. $>$ 0,05 Se acepta la Ho, se rechaza la H1

Resultado /Conclusión

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

Tabla N°21: Prueba de homogeneidad de varianzas para la temperatura

Prueba de homogeneidad de varianzas					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
TEMPERATURA	Se basa en la media	12,000	3	8	,002
	Se basa en la mediana	1,923	3	8	,204
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1,923	3	2,000	,360
	Se basa en la media recortada	10,562	3	8	,004

Contraste de hipótesis – Prueba de Levene

Se realiza la homogeneidad de varianza para los datos del análisis inicial y final del suelo, para ello se determinó mediante la Prueba de Levene.

Prueba de hipótesis

Ho: Varianzas iguales, entre si ($\alpha = \alpha = \alpha$) **H1:**

Varianzas diferentes entre si ($\alpha \neq \alpha \neq \alpha$) **Regla**

de decisión

Sig. $\leq 0,05$ Se rechaza la H_0 , se acepta la H_1 .

Sig. $> 0,05$ Se acepta la H_0 , se rechaza la H_1

Resultado / Conclusión

P valor menor e **0,05** entonces aceptamos la **H_1** Varianzas diferentes entre sí ($\alpha \neq \alpha \neq \alpha$)

Tabla N°22: Prueba de Anova para la temperatura

ANOVA					
TEMPERATURA					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,300	3	,100	1,429	,304
Dentro de grupos	,560	8	,070		
Total	,860	11			

Prueba de hipótesis

H_0 Las características físicas (Temperatura) del efluente de un Camal, no mejoran al aplicar micronanoburbujas de aire.

H_1 : Las características físicas (Temperatura) del efluente de un Camal, mejoran al aplicar micronanoburbujas de aire.

Regla de decisión

Sig. $\leq 0,05$ Se rechaza la H_0 , se acepta la H_1 .

Sig. $> 0,05$ Se acepta la H_0 , se rechaza la H_1

Resultado /discusión

P valor mayor de **0,05** entonces aceptamos **H_0** Las características físicas (Temperatura) del efluente de un Camal de Lima no mejoran al aplicar micronanoburbujas de aire.

Tabla N°23: Prueba de Tukey para la temperatura

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: TEMPERATURA						
HSD Tukey						
(I) TIEMPOS	(J) TIEMPOS	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
MUESTRA INICIAL	TIEMPO 30 MIN	,10000	,21602	,965	-,5918	,7918
	TIEMPO 60 MIN	,40000	,21602	,319	-,2918	1,0918
	TIEMPO 90 MIN	,30000	,21602	,539	-,3918	,9918
TIEMPO 30 MIN	MUESTRA INICIAL	-,10000	,21602	,965	-,7918	,5918
	TIEMPO 60 MIN	,30000	,21602	,539	-,3918	,9918
	TIEMPO 90 MIN	,20000	,21602	,792	-,4918	,8918
TIEMPO 60 MIN	MUESTRA INICIAL	-,40000	,21602	,319	-1,0918	,2918
	TIEMPO 30 MIN	-,30000	,21602	,539	-,9918	,3918
	TIEMPO 90 MIN	-,10000	,21602	,965	-,7918	,5918

TIEMPO 90 MIN	MUESTRA INICIAL	-,30000	,21602	,539	-,9918	,3918
	TIEMPO 30 MIN	-,20000	,21602	,792	-,8918	,4918
	TIEMPO 60 MIN	,10000	,21602	,965	-,5918	,7918

Prueba de hipótesis

H0: No existe alguna significancia entre la muestra inicial y los tratamientos con micronanoburbujas de aire sometidas a diferentes tiempos, con respecto a la temperatura

H1: Existe alguna significancia entre la muestra inicial y los tratamientos con micronanoburbujas de aire sometidas a diferentes tiempos, con respecto a la temperatura

Regla de decisión

Sig. \leq 0,05 Se rechaza la Ho, se acepta la H1.

Sig. $>$ 0,05 Se acepta la Ho, se rechaza la H1

Resultado /discusión

P valor mayor de **0,05** entonces aceptamos la **H0:** No existe alguna significancia entre a muestra inicial y los tratamientos con micronanoburbujas de aire sometidas a diferentes tiempos, con respecto a la temperatura

Tabla N°24: Prueba de Normalidad para la conductividad eléctrica

Pruebas de normalidad							
	TIEMPOS	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	MUESTRA INICIAL	,292	3	.	,923	3	,463
	TIEMPO 30 MIN	,187	3	.	,998	3	,915
	TIEMPO 60 MIN	,175	3	.	1,000	3	1,000
	TIEMPO 90 MIN	,182	3	.	,999	3	,935
a. Corrección de significación de Lilliefors							

Prueba de hipótesis

Ho: Los datos proceden de una distribución normal

H1: Los datos no proceden de una distribución normal

Regla de decisión

Sig. \leq 0,05 Se rechaza la Ho, se acepta la H1.

Sig. $>$ 0,05 Se acepta la Ho, se rechaza la H1

Resultado /Conclusión

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

Tabla N°25: Prueba de homogeneidad de varianzas para la conductividad eléctrica

Prueba de homogeneidad de varianzas					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	Se basa en la media	1,269	3	8	,349
	Se basa en la mediana	,489	3	8	,700
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,489	3	4,751	,706
	Se basa en la media recortada	1,208	3	8	,367

Contraste de hipótesis – Prueba de Levene

Se realiza la homogeneidad de varianza para los datos del análisis inicial y final del suelo, para ello se determinó mediante la Prueba de Levene.

Prueba de hipótesis

Ho: Varianzas iguales, entre si ($\alpha = \alpha = \alpha$) **H1:**

Varianzas diferentes entre sí ($\alpha \neq \alpha \neq \alpha$) **Regla**

de decisión

Sig. $\leq 0,05$ Se rechaza la Ho, se acepta la H1.

Sig. $> 0,05$ Se acepta la Ho, se rechaza la H1

Resultado / Conclusión

P valor mayor e **0,05** entonces aceptamos la **Ho:** Varianzas iguales, entre si ($\alpha = \alpha = \alpha$)

Tabla N°26: Prueba de Anova para la conductividad eléctrica

ANOVA					
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	361824,917	3	120608,306	2079,454	,000
Dentro de grupos	464,000	8	58,000		
Total	362288,917	11			

Prueba de hipótesis

Ho Las características físicas (Conductividad eléctrica) del efluente, no mejoran al aplicar micronanoburbujas de aire.

H1: Las características físicas (Temperatura) del efluente del camal, mejoran al aplicar micronanoburbujas de aire.

Regla de decisión

Sig. \leq 0,05 Se rechaza la Ho, se acepta la H1.

Sig. $>$ 0,05 Se acepta la Ho, se rechaza la H1

Resultado /discusión

P valor menor de **0,05** entonces aceptamos **H1:** Las características físicas (Temperatura) del efluente de un Camal de Lima mejoran al aplicar micronanoburbujas de aire.

Tabla N°27: Prueba de Tukey para la conductividad eléctrica

Comparaciones múltiples
Variable dependiente: CONDUCTIVIDAD ELECTRICA

HSD Tukey						
(I) TIEMPOS	(J) TIEMPOS	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
MUESTRA INICIAL	TIEMPO 30 MIN	344,333*	6,218	,000	324,42	364,25
	TIEMPO 60 MIN	380,667*	6,218	,000	360,75	400,58
	TIEMPO 90 MIN	449,333*	6,218	,000	429,42	469,25
TIEMPO 30 MIN	MUESTRA INICIAL	-344,333*	6,218	,000	-364,25	-324,42
	TIEMPO 60 MIN	36,333*	6,218	,002	16,42	56,25
	TIEMPO 90 MIN	105,000*	6,218	,000	85,09	124,91
TIEMPO 60 MIN	MUESTRA INICIAL	-380,667*	6,218	,000	-400,58	-360,75
	TIEMPO 30 MIN	-36,333*	6,218	,002	-56,25	-16,42
	TIEMPO 90 MIN	68,667*	6,218	,000	48,75	88,58
TIEMPO 90 MIN	MUESTRA INICIAL	-449,333*	6,218	,000	-469,25	-429,42
	TIEMPO 30 MIN	-105,000*	6,218	,000	-124,91	-85,09
	TIEMPO 60 MIN	-68,667*	6,218	,000	-88,58	-48,75

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Prueba de hipótesis

H0: No existe alguna significancia entre la muestra inicial y los tratamientos con micronanoburbujas de aire sometidas a diferentes tiempos, con respecto a la conductividad eléctrica

H1: Existe alguna significancia entre la muestra inicial y los tratamientos con micronanoburbujas de aire sometidas a diferentes tiempos, con respecto a la conductividad eléctrica

Regla de decisión

Sig. \leq 0,05 Se rechaza la Ho, se acepta la H1.

Sig. $>$ 0,05 Se acepta la Ho, se rechaza la H1

Resultado /discusión

P valor menor de **0,05** entonces aceptamos la **H1**: Existe alguna significancia entre la muestra inicial y los tratamientos de micronanoburbujas de aire sometidas a diferentes tiempos, con respecto a la conductividad eléctrica.

Tabla N°28: Prueba de Normalidad para el oxígeno

Pruebas de normalidad							
	TIEMPOS	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
OXIGEN O	MUESTRA INICIAL	,253	3	.	,964	3	,637
	TIEMPO 30 MIN	,341	3	.	,846	3	,230
	TIEMPO 60 MIN	,134	3	.	,134	3	,097
	TIEMPO 90 MIN	,768	3	.	,864	3	,157

a. Corrección de significación de Lilliefors

Prueba de hipótesis

Ho: Los datos proceden de una distribución normal

H1: Los datos no proceden de una distribución normal

Regla de decisión

Sig. \leq 0,05 Se rechaza la Ho, se acepta la H1.

Sig. $>$ 0,05 Se acepta la Ho, se rechaza la H1

Resultado /Conclusión

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

Tabla N°29: Prueba de homogeneidad de varianzas para el oxígeno

Prueba de homogeneidad de varianzas					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
OXIGENO	Se basa en la media	6,365	3	8	,016
	Se basa en la mediana	,574	3	8	,648
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,574	3	4,188	,661
	Se basa en la media recortada	5,253	3	8	,027

Contraste de hipótesis – Prueba de Levene

Se realiza la homogeneidad de varianza para los datos del análisis inicial y final del efluente, para ello se determinó mediante la Prueba de Levene.

Prueba de hipótesis

Ho: Varianzas iguales, entre si ($\alpha = \alpha$)

H1: Varianzas diferentes entre si ($\alpha \neq \alpha$)

Regla de decisión

Sig. $\leq 0,05$ Se rechaza la Ho, se acepta la H1.

Sig. $> 0,05$ Se acepta la Ho, se rechaza la H1

Resultado / Conclusión

P valor menor e **0,05** entonces aceptamos la **H1** Varianzas diferentes entre si ($\alpha \neq \alpha$)

Tabla N°30: Prueba de Anova para el oxígeno disuelto

ANOVA					
OXÍGENO DISUELTO					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	5,604	3	1,868	308,787	,000
Dentro de grupos	,048	8	,006		
Total	5,653	11			

Prueba de hipótesis

Ho Las características físicas (Oxígeno disuelto) del efluente del Camal, no mejoran al aplicar micronanoburbujas de aire.

H1: Las características físicas (Oxígeno disuelto) del efluente del camal, mejoran al aplicar micronanoburbujas de aire.

Regla de decisión

Sig. \leq 0,05 Se rechaza la Ho, se acepta la H1.

Sig. $>$ 0,05 Se acepta la Ho, se rechaza la H1

Resultado /discusión

P valor menor de **0,05** entonces aceptamos **Ho** Las características físicas (Oxígeno) del efluente del camal, mejoran al aplicar micronanoburbujas de aire.

Tabla N°31: Prueba de Tukey para el oxígeno

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: OXIGENO						
HSD Tukey						
(I) TIEMPOS	(J) TIEMPOS	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
MUESTRA INICIAL	TIEMPO 30 MIN	-,70333*	,06351	,000	-,9067	-,5000
	TIEMPO 60 MIN	-1,32000*	,06351	,000	-1,5234	-1,1166
	TIEMPO 90 MIN	-1,82667*	,06351	,000	-2,0300	-1,6233
TIEMPO 30 MIN	MUESTRA INICIAL	,70333*	,06351	,000	,5000	,9067
	TIEMPO 60 MIN	-,61667*	,06351	,000	-,8200	-,4133
	TIEMPO 90 MIN	-1,12333*	,06351	,000	-1,3267	-,9200

TIEMPO 60 MIN	MUESTRA INICIAL	1,32000*	,06351	,000	1,1166	1,5234
	TIEMPO 30 MIN	,61667*	,06351	,000	,4133	,8200
	TIEMPO 90 MIN	-,50667*	,06351	,000	-,7100	-,3033
TIEMPO 90 MIN	MUESTRA INICIAL	1,82667*	,06351	,000	1,6233	2,0300
	TIEMPO 30 MIN	1,12333*	,06351	,000	,9200	1,3267
	TIEMPO 60 MIN	,50667*	,06351	,000	,3033	,7100
*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.						

Prueba de hipótesis

H0: No existe alguna significancia entre la muestra inicial y los tratamientos con micronanoburbujas de aire sometidas a diferentes tiempos, con respecto al oxígeno disuelto

H1: Existe alguna significancia entre la muestra inicial y los tratamientos con micronanoburbujas de aire sometidas a diferentes tiempos, con respecto al oxígeno disuelto.

Regla de decisión

Sig. \leq 0,05 Se rechaza la Ho, se acepta la H1.

Sig. $>$ 0,05 Se acepta la Ho, se rechaza la H1

Resultado /discusión

P valor menor de **0,05** entonces aceptamos la **H1**: Existe alguna significancia entre la muestra inicial y los tratamientos de micronanoburbujas de aire sometidas a diferentes tiempos, con respecto al oxígeno disuelto.

Tabla N°32: Prueba de Normalidad para la turbidez

Pruebas de normalidad							
	TIEMPOS	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
TURBIDEZ	MUESTRA INICIAL	,196	3	.	,996	3	,878
	TIEMPO 30 MIN	,383	3	.	,755	3	,072
	TIEMPO 60 MIN	,276	3	.	,942	3	,537
	TIEMPO 90 MIN	,305	3	.	,833	3	,135
a. Corrección de significación de Lilliefors							

Prueba de hipótesis

Ho: Los datos proceden de una distribución normal

H1: Los datos no proceden de una distribución normal

Regla de decisión

Sig. \leq 0,05 Se rechaza la Ho, se acepta la H1.

Sig. $>$ 0,05 Se acepta la Ho, se rechaza la H1

Resultado /Conclusión

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

Tabla N°33: Prueba de homogeneidad de varianzas para la turbidez

Prueba de homogeneidad de varianzas					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
TURBIDEZ	Se basa en la media	14,779	3	8	,001
	Se basa en la mediana	,950	3	8	,461
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,950	3	2,012	,549
	Se basa en la media recortada	11,709	3	8	,003

Contraste de hipótesis – Prueba de Levene

Se realiza la homogeneidad de varianza para los datos del análisis inicial y final del efluente, para ello se determinó mediante la Prueba de Levene.

Prueba de hipótesis

Ho: Varianzas iguales, entre si ($\alpha = \alpha = \alpha$) **H1:**

Varianzas diferentes entre sí ($\alpha \neq \alpha \neq \alpha$) **Regla**

de decisión

Sig. \leq 0,05 Se rechaza la Ho, se acepta la H1.

Sig. $>$ 0,05 Se acepta la Ho, se rechaza la H1

Resultado / Conclusión

P valor menor e **0,05** entonces aceptamos la **H1** Varianzas diferentes entre si ($\alpha \neq \alpha \neq \alpha$)

Tabla N°34: Prueba de Anova para la turbidez

ANOVA
TURBIDEZ

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	2531,037	3	843,679	1,419	,307
Dentro de grupos	4755,219	8	594,402		
Total	7286,255	11			

Prueba de hipótesis

Ho Las características físicas (Turbidez) del efluente, no mejoran al aplicar micronanoburbujas de aire.

H1: Las características físicas (Turbidez) del efluente, mejoran al aplicar micronanoburbujas de aire.

Regla de decisión

Sig. \leq 0,05 Se rechaza la Ho, se acepta la H1.

Sig. $>$ 0,05 Se acepta la Ho, se rechaza la H1

Resultado /discusión

P valor mayor de **0,05** entonces aceptamos **Ho** Las características físicas (Turbidez) del efluente, no mejoran al aplicar micronanoburbujas de aire

Tabla N°35: Prueba de Tukey para la turbidez

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: TURBIDEZ						
HSD Tukey						
(I) TIEMPOS	(J) TIEMPOS	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior

MUESTRA INICIAL	TIEMPO 30 MIN	39,9633	19,9065	,261	-23,784	103,711
	TIEMPO 60 MIN	26,6333	19,9065	,567	-37,114	90,381
	TIEMPO 90 MIN	26,7667	19,9065	,563	-36,981	90,514
TIEMPO 30 MIN	MUESTRA INICIAL	-39,9633	19,9065	,261	-103,711	23,784
	TIEMPO 60 MIN	-13,3300	19,9065	,906	-77,078	50,418
	TIEMPO 90 MIN	-13,1967	19,9065	,908	-76,944	50,551
TIEMPO 60 MIN	MUESTRA INICIAL	-26,6333	19,9065	,567	-90,381	37,114
	TIEMPO 30 MIN	13,3300	19,9065	,906	-50,418	77,078
	TIEMPO 90 MIN	,1333	19,9065	1,000	-63,614	63,881
TIEMPO 90 MIN	MUESTRA INICIAL	-26,7667	19,9065	,563	-90,514	36,981
	TIEMPO 30 MIN	13,1967	19,9065	,908	-50,551	76,944
	TIEMPO 60 MIN	-,1333	19,9065	1,000	-63,881	63,614

Prueba de hipótesis

H0: No existe alguna significancia entre la muestra inicial y los tratamientos de micronanoburbujas de aire sometidas a diferentes tiempos, con respecto a la turbidez.

H1: Existe alguna significancia entre la muestra inicial y los tratamientos con micronanoburbujas de aire sometidas a diferentes tiempos, con respecto a la turbidez

Regla de decisión

Sig. \leq 0,05 Se rechaza la Ho, se acepta la H1.

Sig. $>$ 0,05 Se acepta la Ho, se rechaza la H1

Resultado /discusión

P valor mayor de **0,05** entonces aceptamos la **H0:** No existe alguna significancia entre la muestra inicial y los tratamientos con micronanoburbujas de aire sometidas a diferentes tiempos, con respecto a la turbidez.

Tabla N°36: Prueba de Normalidad para el DBO5

Pruebas de normalidad							
	TIEMPOS	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DBO5	MUESTRA INICIAL	,204	3	.	,993	3	,843
	TIEMPO 30 MIN	,385	3	.	,750	3	,063
	TIEMPO 60 MIN	,204	3	.	,993	3	,843
	TIEMPO 90 MIN	,385	3	.	,750	3	,852
a. Corrección de significación de Lilliefors							

Prueba de hipótesis

Ho: Los datos proceden de una distribución normal

H1: Los datos no proceden de una distribución normal

Regla de decisión

Sig. \leq 0,05 Se rechaza la Ho, se acepta la H1.

Sig. $>$ 0,05 Se acepta la Ho, se rechaza la H1

Resultado /Conclusión

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

Tabla N°37: Prueba de homogeneidad de varianzas para el DBO5

Prueba de homogeneidad de varianzas					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
DBO5	Se basa en la media	4,060	3	8	,050
	Se basa en la mediana	,307	3	8	,820
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,307	3	2,894	,821
	Se basa en la media recortada	3,391	3	8	,074

Contraste de hipótesis – Prueba de Levene

Se realiza la homogeneidad de varianza para los datos del análisis inicial y final del efluente, para ello se determinó mediante la Prueba de Levene.

Prueba de hipótesis

Ho: Varianzas iguales, entre si ($\alpha = \alpha = \alpha$)

H1: Varianzas diferentes entre sí ($\alpha \neq \alpha \neq \alpha$)

Regla de decisión

Sig. $\leq 0,05$ Se rechaza la Ho, se acepta la H1.

Sig. $> 0,05$ Se acepta la Ho, se rechaza la H1

Resultado / Conclusión

P valor menor e **0,05** entonces aceptamos la **H1** Varianzas diferentes entre si($\alpha \neq \alpha \neq \alpha$)

Tabla N°38: Prueba de Anova para el DBO5

ANOVA					
DBO5					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	916541,667	3	305513,889	9188,388	,000
Dentro de grupos	266,000	8	33,250		
Total	916807,667	11			

Prueba de hipótesis

Ho Las características químicas (DBO5) del efluente, no se reducen al aplicar micronanoburbujas de aire.

H1: Las características químicas (DBO5) del efluente, se reducen al aplicar micronanoburbujas de aire.

Regla de decisión

Sig. $\leq 0,05$ Se rechaza la Ho, se acepta la H1.

Sig. $> 0,05$ Se acepta la Ho, se rechaza la H1

Resultado /discusión

P valor menor de **0,05** entonces aceptamos **H1**: Las características químicas (DBO5) del efluente de un Camal de Lima se reducen al aplicar micronanoburbujas de aire.

Tabla N°39: Prueba de Tukey para el DBO5

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: DBO5						
HSD Tukey						
(I) TIEMPOS	(J) TIEMPOS	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
MUESTRA INICIAL	TIEMPO 30 MIN	526,667*	4,708	,000	511,59	541,74
	TIEMPO 60 MIN	665,000*	4,708	,000	649,92	680,08
	TIEMPO 90 MIN	678,333*	4,708	,000	663,26	693,41
TIEMPO 30 MIN	MUESTRA INICIAL	-526,667*	4,708	,000	-541,74	-511,59
	TIEMPO 60 MIN	138,333*	4,708	,000	123,26	153,41
	TIEMPO 90 MIN	151,667*	4,708	,000	136,59	166,74
TIEMPO 60 MIN	MUESTRA INICIAL	-665,000*	4,708	,000	-680,08	-649,92

	TIEMPO 30 MIN	-138,333*	4,708	,000	-153,41	-123,26
	TIEMPO 90 MIN	13,333	4,708	,084	-1,74	28,41
TIEMPO 90 MIN	MUESTRA INICIAL	-678,333*	4,708	,000	-693,41	-663,26
	TIEMPO 30 MIN	-151,667*	4,708	,000	-166,74	-136,59
	TIEMPO 60 MIN	-13,333	4,708	,084	-28,41	1,74
*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.						

Prueba de hipótesis

H0: No existe alguna significancia entre la muestra inicial y los tratamientos con micronanoburbujas de aire sometidas a diferentes tiempos, con respecto al DBO5.

H1: Existe alguna significancia entre la muestra inicial y los tratamientos con micronanoburbujas de aire sometidas a diferentes tiempos, con respecto al DBO5.

Regla de decisión

Sig. \leq 0,05 Se rechaza la Ho, se acepta la H1.

Sig. $>$ 0,05 Se acepta la Ho, se rechaza la H1

Resultado /discusión

P valor menor de **0,05** entonces aceptamos la **H1**: Existe alguna significancia entre la muestra inicial y los tratamientos con micronanoburbujas de aire sometidas a diferentes tiempos, con respecto al DBO5.

Tabla N°40: Prueba de Normalidad para el DQO

Pruebas de normalidad

	TIEMPOS	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DQO	MUESTRA INICIAL	,301	3	.	,912	3	,424
	TIEMPO 30 MIN	,187	3	.	,998	3	,915
	TIEMPO 60 MIN	,175	3	.	1,000	3	1,000
	TIEMPO 90 MIN	,324	3	.	,750	3	,086
a. Corrección de significación de Lilliefors							

Prueba de hipótesis

Ho: Los datos proceden de una distribución normal

H1: Los datos no proceden de una distribución normal

Regla de decisión

Sig. \leq 0,05 Se rechaza la Ho, se acepta la H1.

Sig. $>$ 0,05 Se acepta la Ho, se rechaza la H1

Resultado /Conclusión

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

Tabla N°41: Prueba de homogeneidad de varianzas para el DQO

Prueba de homogeneidad de varianzas					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
DQO	Se basa en la media	,576	3	8	,647

	Se basa en la mediana	,219	3	8	,880
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,219	3	6,508	,880
	Se basa en la media recortada	,544	3	8	,666

Contraste de hipótesis – Prueba de Levene

Se realiza la homogeneidad de varianza para los datos del análisis inicial y final del efluente, para ello se determinó mediante la Prueba de Levene.

Prueba de hipótesis

Ho: Varianzas iguales, entre si ($\alpha = \alpha = \alpha$)

H1: Varianzas diferentes entre si ($\alpha \neq \alpha \neq \alpha$)

Regla de decisión

Sig. \leq 0,05 Se rechaza la Ho, se acepta la H1.

Sig. $>$ 0,05 Se acepta la Ho, se rechaza la H1

Resultado / Conclusión

P valor mayor e 0,05 entonces aceptamos la **Ho:** Varianzas iguales, entre si ($\alpha = \alpha = \alpha$)

Tabla N°42: Prueba de Anova para el DQO

ANOVA

DQO					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	858932,917	3	286310,972	9464,826	,000
Dentro de grupos	242,000	8	30,250		
Total	859174,917	11			

Prueba de hipótesis

Ho Las características químicas (DQO) del efluente, no se reducen al aplicar micronanoburbujas de aire.

H1: Las características químicas (DQO) del efluente, se reducen al aplicar micronanoburbujas de aire.

Regla de decisión

Sig. \leq 0,05 Se rechaza la Ho, se acepta la H1.

Sig. $>$ 0,05 Se acepta la Ho, se rechaza la H1

Resultado /discusión

P valor menor de **0,05** entonces aceptamos **H1:** Las características químicas (DQO) del efluente, se reducen al aplicar micronanoburbujas de aire.

Tabla N°43: Prueba de Tukey para el DQO

Comparaciones múltiples
Variable dependiente: DQO
HSD Tukey

(I) TIEMPOS	(J) TIEMPOS	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
MUESTRA INICIAL	TIEMPO 30 MIN	557,667*	4,491	,000	543,29	572,05
	TIEMPO 60 MIN	626,333*	4,491	,000	611,95	640,71
	TIEMPO 90 MIN	653,667*	4,491	,000	639,29	668,05
TIEMPO 30 MIN	MUESTRA INICIAL	-557,667*	4,491	,000	-572,05	-543,29
	TIEMPO 60 MIN	68,667*	4,491	,000	54,29	83,05
	TIEMPO 90 MIN	96,000*	4,491	,000	81,62	110,38
TIEMPO 60 MIN	MUESTRA INICIAL	-626,333*	4,491	,000	-640,71	-611,95
	TIEMPO 30 MIN	-68,667*	4,491	,000	-83,05	-54,29
	TIEMPO 90 MIN	27,333*	4,491	,001	12,95	41,71
TIEMPO 90 MIN	MUESTRA INICIAL	-653,667*	4,491	,000	-668,05	-639,29
	TIEMPO 30 MIN	-96,000*	4,491	,000	-110,38	-81,62
	TIEMPO 60 MIN	-27,333*	4,491	,001	-41,71	-12,95

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Prueba de hipótesis

H0: No existe alguna significancia entre la muestra inicial y los tratamientos con os micronanoburbujas de aire sometidas a diferentes tiempos, con respecto al DQO.

H1: Existe alguna significancia entre la muestra inicial y los tratamientos con micronanoburbujas de aire sometidas a diferentes tiempos, con respecto al DQO.

Regla de decisión

Sig. \leq 0,05 Se rechaza la Ho, se acepta la H1.

Sig. $>$ 0,05 Se acepta la Ho, se rechaza la H1

Resultado /discusión

P valor menor de **0,05** entonces aceptamos la **H1**: Existe alguna significancia entre la muestra inicial y los tratamientos con micronanoburbujas de aire sometidas a diferentes tiempos, con respecto al DQO.

Tabla N°44: Prueba de Normalidad para el SST

Pruebas de normalidad							
	TIEMPOS	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
SS T	MUESTRA INICIAL	,328	3	.	,871	3	,298
	TIEMPO 30 MIN	,175	3	.	1,000	3	1,000
	TIEMPO 60 MIN	,853	3	.	,743	3	,074
	TIEMPO 90 MIN	,204	3	.	,993	3	,843

a. Corrección de significación de Lilliefors

Prueba de hipótesis

Ho: Los datos proceden de una distribución normal

H1: Los datos no proceden de una distribución normal

Regla de decisión

Sig. \leq 0,05 Se rechaza la Ho, se acepta la H1.

Sig. $>$ 0,05 Se acepta la Ho, se rechaza la H1

Resultado /Conclusión

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

Tabla N°45: de homogeneidad de varianzas para el SST

Prueba de homogeneidad de varianzas					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
SST	Se basa en la media	5,251	3	8	,027
	Se basa en la mediana	1,209	3	8	,367
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1,209	3	2,772	,448
	Se basa en la media recortada	4,821	3	8	,033

Contraste de hipótesis – Prueba de Levene

Se realiza la homogeneidad de varianza para los datos del análisis inicial y final del efluente, para ello se determinó mediante la Prueba de Levene.

Prueba de hipótesis

Ho: Varianzas iguales, entre si ($\alpha = \alpha = \alpha$)

H1: Varianzas diferentes entre sí ($\alpha \neq \alpha \neq \alpha$)

Regla de decisión

Sig. \leq 0,05 Se rechaza la Ho, se acepta la H1.

Sig. $>$ 0,05 Se acepta la Ho, se rechaza la H1

Resultado / Conclusión

P valor menor e 0,05 entonces aceptamos la H1 Varianzas diferentes entre si($\alpha \neq \alpha$)

Tabla N°46: Prueba de Anova para el SST

ANOVA					
SST					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	240338,803	3	80112,934	5536,485	,000
Dentro de grupos	115,760	8	14,470		
Total	240454,563	11			

Prueba de hipótesis

Ho Las características biológicas (Sólidos en suspensión) del efluente de un Camal de Lima no se reducen al aplicar micronanoburbujas de aire, 2020.

H1: Las características biológicas (Sólidos en suspensión) del efluente de un Camal de Lima se reducen al aplicar micronanoburbujas de aire, 2020.

Regla de decisión

Sig. \leq 0,05 Se rechaza la Ho, se acepta la H1.

Sig. $>$ 0,05 Se acepta la Ho, se rechaza la H1

Resultado /discusión

P valor menor de **0,05** entonces aceptamos **H1**: Las características biológicas (Sólidos en suspensión) del efluente, se reducen al aplicar micronanoburbujas de aire, 2020.

Tabla N°47: Prueba de Tukey para el SST

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: SST						
HSD Tukey						
(I) TIEMPOS	(J) TIEMPOS	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
MUESTRA INICIAL	TIEMPO 30 MIN	250,667*	3,106	,000	240,72	260,61
	TIEMPO 60 MIN	340,000*	3,106	,000	330,05	349,95
	TIEMPO 90 MIN	351,700*	3,106	,000	341,75	361,65
TIEMPO 30 MIN	MUESTRA INICIAL	-250,667*	3,106	,000	-260,61	-240,72
	TIEMPO 60 MIN	89,333*	3,106	,000	79,39	99,28
	TIEMPO 90 MIN	101,033*	3,106	,000	91,09	110,98
TIEMPO 60 MIN	MUESTRA INICIAL	-340,000*	3,106	,000	-349,95	-330,05

	TIEMPO 30 MIN	-89,333*	3,106	,000	-99,28	-79,39
	TIEMPO 90 MIN	11,700*	3,106	,023	1,75	21,65
TIEMPO 90 MIN	MUESTRA INICIAL	-351,700*	3,106	,000	-361,65	-341,75
	TIEMPO 30 MIN	-101,033*	3,106	,000	-110,98	-91,09
	TIEMPO 60 MIN	-11,700*	3,106	,023	-21,65	-1,75
*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.						

Prueba de hipótesis

H0: No existe alguna significancia entre la muestra inicial y los tratamientos con micronanoburbujas de aire sometidas a diferentes tiempos, con respecto al SST

H1: Existe alguna significancia entre la muestra inicial y los tratamientos con micronanoburbujas de aire sometidas a diferentes tiempos, con respecto al SST.

Regla de decisión

Sig. \leq 0,05 Se rechaza la Ho, se acepta la H1.

Sig. $>$ 0,05 Se acepta la Ho, se rechaza la H1

Resultado /discusión

P valor menor de **0,05** entonces aceptamos la **H1:** Existe alguna significancia entre la muestra inicial y los tratamientos con micronanoburbujas de aire sometidas a diferentes tiempos, con respecto al SST.

Tabla N°48: Prueba de Normalidad para los coliformes totales

Pruebas de normalidad							
	TIEMPOS	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
COLIFORMES	MUESTRA INICIAL	,328	3	.	,871	3	,298
	TIEMPO 30 MIN	,219	3	.	,987	3	,780
	TIEMPO 60 MIN	,253	3	.	,964	3	,637
	TIEMPO 90 MIN	,353	3	.	,824	3	,174
a. Corrección de significación de Lilliefors							

Prueba de hipótesis

Ho: Los datos proceden de una distribución normal

H1: Los datos no proceden de una distribución normal

Regla de decisión

Sig. \leq 0,05 Se rechaza la Ho, se acepta la H1.

Sig. $>$ 0,05 Se acepta la Ho, se rechaza la H1

Resultado /Conclusión

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

Tabla N°49: Prueba de homogeneidad de varianzas para los coliformes totales

Prueba de homogeneidad de varianzas					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
	Se basa en la media	2,853	3	8	,105

COLIFORMES	Se basa en la mediana	,722	3	8	,567
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,722	3	4,656	,583
	Se basa en la media recortada	2,624	3	8	,122

Contraste de hipótesis – Prueba de Levene

Se realiza la homogeneidad de varianza para los datos del análisis inicial y final del efluente, para ello se determinó mediante la Prueba de Levene.

Prueba de hipótesis

Ho: Varianzas iguales, entre si ($\alpha = \alpha = \alpha$)

H1: Varianzas diferentes entre sí ($\alpha \neq \alpha \neq \alpha$)

Regla de decisión

Sig. \leq 0,05 Se rechaza la Ho, se acepta la H1.

Sig. $>$ 0,05 Se acepta la Ho, se rechaza la H1

Resultado / Conclusión

P valor mayor e **0,05** entonces aceptamos la **Ho:** Varianzas iguales, entre si ($\alpha = \alpha = \alpha$)

Tabla N°50: Prueba de Anova para los coliformes totales.

ANOVA
COLIFORMES

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	23,076	3	7,692	7,882	,009
Dentro de grupos	7,807	8	,976		
Total	30,882	11			

Prueba de hipótesis

Ho Las características biológicas (Coliformes totales) del efluente, no se reducen al aplicar micronanoburbujas de aire, 2020.

H1: Las características biológicas (Coliformes totales) del efluente, se reducen al aplicar micronanoburbujas de aire, 2020.

Regla de decisión

Sig. \leq 0,05 Se rechaza la Ho, se acepta la H1.

Sig. $>$ 0,05 Se acepta la Ho, se rechaza la H1

Resultado /discusión

P valor menor de **0,05** entonces aceptamos

H1: Las características biológicas (Coliformes totales) del efluente, reducen al aplicar micronanoburbujas de aire, 2020.

Tabla N°51: Prueba de Tukey para los coliformes totales

Comparaciones múltiples
Variable dependiente: COLIFORMES
HSD Tukey

(I) TIEMPOS	(J) TIEMPOS	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
MUESTRA INICIAL	TIEMPO 30 MIN	1,0000	,8066	,621	-1,583	3,583
	TIEMPO 60 MIN	-2,7667*	,8066	,036	-5,350	-,184
	TIEMPO 90 MIN	-,2667	,8066	,987	-2,850	2,316
TIEMPO 30 MIN	MUESTRA INICIAL	-1,0000	,8066	,621	-3,583	1,583
	TIEMPO 60 MIN	-3,7667*	,8066	,007	-6,350	-1,184
	TIEMPO 90 MIN	-1,2667	,8066	,444	-3,850	1,316
TIEMPO 60 MIN	MUESTRA INICIAL	2,7667*	,8066	,036	,184	5,350
	TIEMPO 30 MIN	3,7667*	,8066	,007	1,184	6,350
	TIEMPO 90 MIN	2,5000	,8066	,058	-,083	5,083
TIEMPO 90 MIN	MUESTRA INICIAL	,2667	,8066	,987	-2,316	2,850
	TIEMPO 30 MIN	1,2667	,8066	,444	-1,316	3,850
	TIEMPO 60 MIN	-2,5000	,8066	,058	-5,083	,083

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Prueba de hipótesis

H0: No existe alguna significancia entre la muestra inicial y los tratamientos con micronanoburbujas de aire sometidas a diferentes tiempos, con respecto a los coliformes totales.

H1: Existe alguna significancia entre la muestra inicial y los tratamientos con micronanoburbujas de aire sometidas a diferentes tiempos, con respecto a los coliformes totales.

Regla de decisión

Sig. $\leq 0,05$ Se rechaza la Ho, se acepta la H1.

Sig. $> 0,05$ Se acepta la Ho, se rechaza la H1

Resultado /discusión

P valor menor de **0,05** entonces aceptamos la **H1**: Existe alguna significancia entre la muestra inicial y los tratamientos con micronanoburbujas de aire sometidas a diferentes tiempos, con respecto a los coliformes totales.

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Según los resultados expuestos, sobre las características físicas, químicas y biológicas del efluente del Camal Yerbateros de la muestra inicial y final presente se comprueba, de acuerdo con los objetivos propuestos en la investigación, lo siguiente:

Características físicas:

- El parámetro pH, como resultado de la muestra inicial fue de 7.32, y para los resultados finales de la muestra 1 (R-1, R-2, R-3) se obtuvo (7.83, 7.76, 7.77), muestra 2 (R-1, R-2, R-3) se obtuvo (7.91, 7.93, 7.69), muestra 3 (R-1, R-2, R-3) se obtuvo (9.92, 7.98, 7.98), lo cual evidencia una ligera variación entre la muestra inicial y las muestras finales.
- El parámetro Temperatura, como resultado de la muestra inicial fue de 19.8 °C y para los resultados finales de la muestra 1 (R-1, R-2, R-3) se obtuvo (19.5°C, 19.5°C, 19.5°C), muestra 2 (R-1, R-2, R-3) se obtuvo (19.2°C, 19.2°C, 19.2°C), muestra 3 (R-1, R-2, R-3) se obtuvo (19.3°C, 19.3°C, 19.3°C), lo cual evidencia una ligera disminución temperatura favorable en los 60 minutos de tratamiento.
- El parámetro Conductividad eléctrica, como resultado de la muestra inicial fue de 1638 $\mu\text{s/cm}$ y para los resultados finales de la muestra 1 (R-1, R-2, R-3) se obtuvo (1281 $\mu\text{s/cm}$, 1287 $\mu\text{s/cm}$, 1294 $\mu\text{s/cm}$), muestra 2 (R-1, R-2, R-3) se obtuvo (1254 $\mu\text{s/cm}$, 1251 $\mu\text{s/cm}$, 1248 $\mu\text{s/cm}$), muestra 3 (R-1, R-2, R-3) se obtuvo (1191 $\mu\text{s/cm}$, 1182 $\mu\text{s/cm}$, 1174 $\mu\text{s/cm}$), lo cual evidencia una disminución de conductividad eléctrica presente en el efluente en los 90 minutos de tratamiento.
- El parámetro OD, como resultado de la muestra inicial fue de 1.92 mg/L y para los resultados finales de la muestra 1 (R-1, R-2, R-3) se obtuvo (2.75 mg/L, 2.52 mg/L, 2.55 mg/L), muestra 2 (R-1, R-2, R-3) se obtuvo (3.19 mg/L, 3.24 mg/L, 3.24 mg/L), muestra 3 (R-1, R-2, R-3) se obtuvo (3.63 mg/L, 3.78 mg/L, 3.78 mg/L), lo cual evidencia un aumento de oxígeno que ayuda a mejorar la calidad del efluente para la vida de los peces, plantas, algas, y otros organismos, en los 90 minutos de tratamiento.
- El parámetro Turbidez, como resultado de la muestra inicial fue de 105 NTU y para los resultados finales de la muestra 1 (R-1, R-2, R-3) se obtuvo (93.7 NTU, 9.31 NTU, 9.31 NTU), muestra 2 (R-1, R-2, R-3) se obtuvo (78.6 NTU, 78.4 NTU, 79.1 NTU), muestra 3 (R-1, R-2, R-3) se obtuvo (78.8 NTU, 78.5 NTU, 78.5 NTU), lo cual evidencia una disminución de turbidez del efluente en los 90 minutos de tratamiento con micronanoburbujas. Además, es preciso indicar que al inicio la muestra presento un color rojizo oscuro, y al final un color rojo claro.

Se cumple con el objetivo propuesto, las características químicas, mejoraron la concentración de los parámetros (Conductividad eléctrica, turbidez y oxígeno disuelto) al aplicar el tratamiento con las microburbujas de aire a los efluentes.

Características químicas:

- El parámetro DQO, como resultado de la muestra inicial fue de 1278 mg/L y para los resultados finales de la muestra 1 (R-1, R-2, R-3) se obtuvo (728 mg/L, 722 mg/L, 715 mg/L), muestra 2 (R-1, R-2, R-3) se obtuvo (657 mg/L, 649 mg/L, 653 mg/L), muestra 3 (R-1, R-2, R-3) se obtuvo (621 mg/L, 628 mg/L, 628 mg/L), lo cual evidencia una reducción favorable de concentración del DQO del efluente en los 90 minutos de tratamiento con micronanoburbujas.
- El parámetro DBO5, como resultado de la muestra inicial fue de 983 mg/L y para los resultados finales de la muestra 1 (R-1, R-2, R-3) se obtuvo (451 mg/L, 468 mg/L, 451 mg/L), muestra 2 (R-1, R-2, R-3) se obtuvo (315 mg/L, 318 mg/L, 322 mg/L), muestra 3 (R-1, R-2, R-3) se obtuvo (307 mg/L, 301 mg/L, 307 mg/L), lo cual evidencia una reducción favorable de concentración del DBO5 del efluente en los 90 minutos del tratamiento con micronanoburbujas.

Se cumple con el objetivo propuesto reducción de materia orgánica, las características químicas (DQO y DBO5) disminuyen al aplicar el tratamiento con las microburbujas de aire a los efluentes.

Características biológicas:

- El parámetro SST, como resultado de la muestra inicial fue de 431 mg/L y para los resultados finales de la muestra 1 (R-1, R-2, R-3) se obtuvo (187 mg/L, 183 mg/L, 179 mg/L), muestra 2 (R-1, R-2, R-3) se obtuvo (93.8 mg/L, 93.4 mg/L, 93.8 mg/L), muestra 3 (R-1, R-2, R-3) se obtuvo (81.9 mg/L, 81.3 mg/L, 82.7 mg/L), lo cual evidencia una reducción favorable de concentración

del SST del efluente, en los 90 minutos de tratamiento con micronanoburbujas.

- El parámetro Coliformes Totales como resultado de la muestra inicial fue de 280000 NMP/100mL y para los resultados finales de la muestra 1 (R-1, R-2, R-3) se obtuvo (2100 NMP/100mL, 1100 NMP/100mL, 1500 NMP/100mL), muestra 2 (R-1, R-2, R-3) se obtuvo (4000 NMP/100mL, 7000 NMP/100mL, 4000 NMP/100mL), muestra 3 (R-1, R-2, R-3) se obtuvo (40000 NMP/100mL, 23000 NMP/100mL, 21000 NMP/100mL), lo cual evidencia una reducción de concentración del coliformes totales del efluente producto del tratamiento de micronanoburbujas. Estos resultados indican que el tratamiento de 90 minutos es mas eficaz, ya que disminuye la contaminación por heces fecales presente en los efluentes.

Se cumple con el objetivo propuesto, las características biológicas, se reducen en los parámetros (SST y Coliformes Totales) al aplicar el tratamiento con las microburbujas de aire a los efluentes.

VI. CONCLUSIONES

En la presente investigación concluyó que el tratamiento de los efluentes del Camal Yerbateros S.A.C., con la aplicación de las micronanoburbujas, lo siguiente:

- Las características físicas, como turbidez con concentración de 78.5 NTU, oxígeno disuelto con concentración de 3.78 mg/L y conductividad eléctrica con concentración 1174 μ s/cm, son favorables en los 90 minutos de tratamiento de efluentes con micronanoburbujas.
- Las características químicas, como DQO con concentración 678 mg/L y DBO5 con concentración 301 mg/L se redujeron en los efluentes del

Camal Yerbateros S.A.C, logrando así cumplir con el objetivo general del trabajo de investigación, el cual fue reducir la materia orgánica presente en los efluentes. Además, comprueba con la prueba de Hipótesis la cual acepta esta precisa.

- Las características biológicas, como SST con concentración de 81.9 mg/L y Coliformes totales con concentración de 40000 NMP/100 mL, se redujeron en los efluentes Camal Yerbateros S.A.C logrando así cumplir con el objetivo general del trabajo de investigación. Además, comprueba con la prueba de Hipótesis la cual acepta esta precisa.

Además, por último, se concluye que el tratamiento que más favoreció a los efluentes del Camal Yerbateros S.A.C, fue en el tiempo de 90 minutos, dichas aguas pueden recuperarse y reutilizarse para emplearse en las distintas actividades propias del establecimiento.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda la aplicación del tratamiento a los efluentes residuales del Camal Yerbateros S.A.C, ya que como se observa, las micronanoburbujas permite la reducción de materia orgánica y mejora los parámetros físicos presentes en el agua.
- Se recomienda aplicar el tratamiento de micronanoburbujas por un tiempo de 90 minutos a los efluentes del Camal Yerbateros S.A.C, para evidenciar más reducción de contaminantes presentes en el agua.

- Se recomienda aplicar el tratamiento a los camales de Lima, ya que es una tecnología sustentable y beneficiosa para la reutilización de los efluentes residuales.

REFERENCIAS

AEMA., *Principales problemas con las aguas residuales en la industria agroalimentaria*.

ÁLVARO, Núñez; ALEXANDRA, Thalía. *Tratamiento de aguas residuales de una Embotelladora de Bebidas Carbonatadas aplicando nanoburbujas de aire*. 2017.

AUGE., M. *Agua fuente de vida.*, Universidad de Buenos Aires, departamento de Ciencias geológicas, 2007.

BENDEZU.L., *Reducción de la dureza de aguas subterráneas mediante micro-nano burbujas de aire-ozono en la urbanización villa el Pinar – Comas, 2017. Lima – Perú*.

CAPODAGLIO et al. *Artículo de Investigación [En línea]*. Opole: Opole University of Technology, 2017. [Fecha de Consulta: 19 de Noviembre del 2017].

CRUZ, Rudy, *Reducción de coliformes presentes en aguas residuales domésticas mediante micro-nanoburbujas de aire-ozono en el distrito de Carhuaz, Ancash 2016*. 2016.

DE GOBIERNO, LA H. JUNTA MILITAR; LA SIGUIENTE, LEY DE MATADEROS. Ley de Mataderos. 1964.

ETCHEPARE, R., Azevedo, A., Calgaroto, S., Rubio, J. *Elimination of ferric hydroxide by flotation with micro and nanobubbles. Separation and purification technology*, Volumen 184, 2017, páginas 347-353.

ESPIÑOZA FERNANDEZ, Jeniffer María. *Uso de electromicronano para la reducción de materia orgánica presente en las aguas residuales de la planta de tratamiento Tatahuaca-Oyón-2017*. 2017.

FERNÁNDEZ, A. El agua: un recurso esencial. *Química viva*, 2012, vol. 11, no 3, p. 147-170.

GARCÍA BERMUDEZ, Priscila Dafne. *Reducción de metales en los efluentes de la planta de producción aplicando micronanoburbujas de aire en la fábrica Baterías Volta del distrito de Puente Piedra, Lima-2016*. 2016.

HENGZHEN LI; LIMING HU Y ZHIRAN XIA. *Impacto de la salinidad del agua subterránea y su remediación con Micro-Nano burbujas*. Beijing, China. Universidad de Tsingua, departamento de ingeniería Hidraulica.12pp, 2013. ISSN 1996-1944. ISBN: 978-9974-594-098.

HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto, et al. *Metodología de la investigación*. 2010.

LARIOS-MEOÑO, J. Fernando; GONZÁLEZ, C.; MORALES, Y. *Las aguas residuales y sus consecuencias en el Perú. Recuperado el, 2015*, vol. 23.

LEYVA, M. "Reducción del DQO y SST de los efluentes residuales de una industria azucarera en paramonga, mediante el uso de micro-nanoburbujas de aire" Perú. Universidad Cesar Vallejo. 2017.

MACASSI.,G., *Comportamiento del sistema de nanoburbujeo en el tratamiento para reducir los niveles de contaminación de aguas residuales domésticas de la provincia de Concepción, Huancayo – Perú, Universidad nacional del centro del Peru.*2017.

Mahmoud, A. S., Farag, R. S., & Elshfai, M. M. *Reduction of organic matter from municipal wastewater at low cost using green synthesis nano iron extracted from black tea: Artificial intelligence with regression analysis.* Egyptian Journal of Petroleum, 2020, 29(1), 9-20

MALDONADO., E. "Reducción de la concentración de colorante Negro Reactivo 5 en agua mediante el uso de las Micro nanoburbujas de Ozono–Aire escala laboratorio" Universidad Cesar Vallejo. 2017.

MENENDEZ.D. "Eficiencia de las micro-nano burbujas de ozono-aire para mejorar la calidad de las aguas residuales hospitalarias, Lima 2017" . Lima – Perú. Universidad Cesar Vallejo. 2017.

MICHAILIDI, E., Bomis, G., Varoutoglou, A., Efthimiadou, E., Mitropoulos, A., Favvas, E. (2019). Chapter 4 - *Fundamentals and applications of nanobubbles. Interface science and technology*, volumen 30, 2019, pages 69 – 99.

MOMPÓ CURELL, Raúl. *Estudio de la influencia de los sulfitos en el tratamiento biológico de aguas residuales de la industria agroalimentaria. Diseño del proceso de depuración para un caudal de 60 m³/día.* 2019. Tesis Doctoral.

MUÑOZ, A., *Caracterización y tratamiento de aguas residuales.*, Universidad del estado de Hidalgo, 2008.

MUÑOZ, D., *Sistema de tratamiento de aguas residuales de matadero: para una población menor 2000 habitantes*, Facultad de Ciencias Agropecuarias Vol3 No.1 Marzo2005.

MUÑOZ, Deyanira Muñoz. *Sistema de tratamiento de aguas residuales de matadero: para una población menor 2000 habitantes. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial: BSAA*, 2005, vol. 3, no 1, p. 87-98.

NUÑEZ.,T. "Tratamiento de aguas residuales de una Embotelladora de Bebidas Carbonatadas aplicando nanoburbujas de aire", . Lima – Perú. Universidad Cesar Vallejo. 2017.

OEFA. Fiscalización ambiental en aguas residuales. Disponible en: (https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827)

OLIVARES, Cipiran; JOSYMAR, Andie. *Disminución de la concentración de sólidos totales suspendidos y grasas contenidas en el agua de bombeo en la empresa pesquera AUSTRAL GROUP SAA mediante flotación con nanoburbujas.* 2012.

POH, P., Ong, W., Lau, E., & Chong, M. *Investigation on microbubble flotation and coagulation for the treatment of anaerobically treated palm oil mill effluent (POME).* Eisevier, 2014, 1174-1181

- PRAVEEN Kumar. Micro y Agua Nanobubble. India, 2012. ISBN: 09755462
- MÉNDEZ CARDOZA, Rossana Katherine. *Reducción de DQO y materia orgánica usando micro nano burbujas de aire en agua contaminada con amoxicilina a nivel laboratorio*. 2017.
- REGLAMENTO SANITARIO DEL FAENADO DE ANIMALES DE ABASTO, Decreto supremos nº 015- 2012.RESOLUCION DIRECTORAL, nº 106- 2019.
- RYSKIE, S., Gonzalez-merchan, c., Neculita, c. m., y genty, t. *Efficiency of ozone microbubbles for ammonia removal from mine effluents*. *Minerals Engineering*, 2019, 145, 106071.
- SUN, Y., Xie, G., Peng, Y., Xia, W., y Sha, J. *Stability theories of nanobubbles at solid–liquid interface: A review*. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 2016, 495, 176–186
- TORRES, P. *Material de clase., selección de alternativas de tratamiento para aguas residuales*, 2003.
- VENTURA., S. “*Tratamiento de sanguaza de pescado del mercado de ancón utilizando micro - nanoburbujas de aire a escala laboratorio*”. Lima – Perú. *Universidad Cesar Vallejo*. 2017
- Wan, Y., Huang, X., Shi, B., Shi, J., & Hao, H. *Reduction of organic matter and disinfection byproducts formation potential by titanium, aluminum and ferric salts coagulation for micro-polluted source water treatment*. *Chemosphere*, 2019, 219, 28-35.
- YNOÑAN JUAREZ, Gradimy. *Propuesta de diseño de una nueva planta para el matadero municipal de Mochumí a fin de mejorar las condiciones de faenado de animales de abasto según el DS 015-2012 AG*. 2017.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz operacional de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA
Variable dependiente: Reducción de materia orgánica de los efluentes.	Las aguas provenientes del sacrificio de diversas especies animales alteran la composición de diversos parámetros tales como el DBO5, pH, sólidos suspendidos totales, las grasas, los coliformes totales, la turbiedad, el color, el amoníaco, la conductividad eléctrica, la densidad y el sabor del agua. (MUÑOZ, 2005)	Se usarán 54 litros de efluentes provenientes del camal, de los cuales se clasificará en 2 muestras llevando a 3 tratamientos cada uno y se procedió a analizar las muestras finales en un laboratorio acreditado por Inacal.	Características físicas del agua	Temperatura	°C
				Conductibilidad Eléctrica	µS/cm
				pH Turbiedad OD	NTU Mg/L
			Características químicas del agua	DBO5	mg/L
				DQO	mg/L
			Características biológicas del agua	Coliformes totales	NMP/100mp
				SST	mg/L
			Variable independiente Aplicación de Micronano burbujas de aire, 2020	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 tiene un tamaño inferior a 1 micra. (TSUGE, 2014)	Los efluentes serán tratados en el equipo, el cual genera micro nanoburbujas de aire, repelando todos los contaminantes presentes en el agua residual.
Tiempo (t)	Intervalo				
Velocidad (m3/s)	Razón				

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 4: Validación de instrumentos



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: Pallpa Alaga Freddy
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente tiempo completo
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Geomorfología, Hidrogeología y Edafología
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación:
 1.5. Autor(A) de Instrumento: Acuña Jhonny Pata y Ayupe Espino Victor

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

85
85

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85 %

Lima 25 de Mayo del 2020


 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 CIP.....
 DNI No 70248192 Telf:.....

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: ROBERTO CASARIN OCHOA FRANCISCO
 1.2. Cargo e institución donde labora: VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Medio Ambiente riss
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación:
 1.5. Autor(A) de Instrumento: Laura Sánchez Parry y Ayupac Espinoza Vladimir

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

/

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85 %

Lima, 25 de mayo del 2020

FIRMA DEL EXPERTO INSTRUMENTANTE
 DE: 46572
 DNI: 8402107 / 945507139

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: JANE MUKAYO JORGE LEONARDO
 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE UC.V.
 1.3. Especialidad o línea de investigación: MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE.
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación:
 1.5. Autor(A) de Instrumento: Laura Jando, Pato y Ayque Espinoza Vladimir

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90 %

Lima, 25 de mayo del 2020

[Firma]
 CIP 43444
 01066613 994552085

Anexo 5: Informe de ensayo Inicial

ENSAYO N°01 -PA- 2020 INFORME DE RESULTADOS- MUESTREO DE AGUA

Direccion: Av.Nicolas Ayllon 1217, cecado de Lima
 Tipo de ensayo: Análisis Físicoquímicos
 Matriz: efluente industrial
 Descripción de la muestra: Muestra inicial
 Muestra tomado por: Patsy Camel Acuña Sanchez
 Fecha de ingreso de la muestra: 7/07/2020

pH					
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Unidad de medida	Resultados
M-1	Muestra	Norte	8665631.08		
		Este	282658.05		

Temperatura					
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Unidad de medida	Resultados
M-1	Muestra	Norte	8665631.08	°C	
		Este	282658.05		

Conductividad					
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Unidad de medida	Resultados
M-1	Muestra	Norte	8665631.08	µs/cm	
		Este	282658.05		

Oxígeno disuelto					
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Unidad de medida	Resultados
M-1	Muestra	Norte	8665631.08	mg/l	
		Este	282658.05		

Turbidez					
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Unidad de medida	Resultados
M-1	Muestra	Norte	8665631.08	NTU	
		Este	282658.05		

Solidos Suspendidos Totales					
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Unidad de medida	Resultados
M-1	Muestra	Norte	8665631.08	mg/l	
		Este	282658.05		

Demanda Bioquímica de Oxígeno					
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Unidad de medida	Resultados
M-1	Muestra	Norte	8665631.08	mg/l	
		Este	282658.05		

Demanda Química de Oxígeno					
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Unidad de medida	Resultados
M-1	Muestra	Norte	8665631.08	mg/l	1287
		Este	282658.05		

Metodología de Análisis:

APHA-AWWA-WEF (2012)5210B
 Estándar Methods for the examination of water and wastewater. AWW.
 SMEWW.APHA-AWWA 2510 B. (2017)
 SM 2130 B. Turbidity. Nephelometric Method.
 APHA-AWWA-WEF (2012) 5210 B
 APHA-AWWA-WEF (2012) 5220 B
 SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 22nd Ed. 2012. Solids. Total Su
 Solids Dried at 103-105°C.

Apoyo experimental:

Mg. Estefany Teodoro Vara
 Especialista en gestión y fiscalización ambiental
 OEFA



ESTEFANY GLADYS
 TEODORO VARA
 INGENIERA QUIMICA
 Reg. CIP N° 141142

Anexo 6: Informe de ensayo Final

ENSAYO N°02 -PA- 2020
INFORME DE RESULTADOS- MUESTREO DE AGUA

Dirección: Av. Nicolas Ayllon 1217, cecado de Lima
Tipo de ensayo: Análisis Físicoquímicos
Matriz: efluente industrial
Descripción de la muestra: Muestra tratada mediante nanoburbuja
Muestra tomado por: Patsy Camel Acuña Sanchez
Fecha de ingreso de la muestra: 7/07/2020

pH					
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Unidad de medida	Resultados
30min - R1	Muestra	Norte	8665631.08		7.83
		Este	282658.05		
30min - R2	Muestra	Norte	8665631.08		7.76
		Este	282658.05		
30min - R3	Muestra	Norte	8665631.08		7.77
		Este	282658.05		

Temperatura					
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Unidad de medida	Resultados
30min - R1	Muestra	Norte	8665631.08	°C	19.5
		Este	282658.05		
30min - R2	Muestra	Norte	8665631.08	°C	19.5
		Este	282658.05		
30min - R3	Muestra	Norte	8665631.08	°C	19.5
		Este	282658.05		

Conductividad					
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Unidad de medida	Resultados
30min - R1	Muestra	Norte	8665631.08	µs/cm	1281
		Este	282658.05		
30min - R2	Muestra	Norte	8665631.08	µs/cm	1287
		Este	282658.05		
30min - R3	Muestra	Norte	8665631.08	µs/cm	1294
		Este	282658.05		

Oxigeno disuelto					
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Unidad de medida	Resultados
30min - R1	Muestra	Norte	8665631.08	mg/l	2.75
		Este	282658.05		
30min - R2	Muestra	Norte	8665631.08	mg/l	2.52
		Este	282658.05		
30min - R3	Muestra	Norte	8665631.08	mg/l	2.55
		Este	282658.05		

Turbidez					
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Unidad de medida	Resultados
30min - R1	Muestra	Norte	8665631.08	NTU	93.7
		Este	282658.05		
30min - R2	Muestra	Norte	8665631.08	NTU	93.1
		Este	282658.05		
30min - R3	Muestra	Norte	8665631.08	NTU	93.1
		Este	282658.05		

Solidos Suspendidos Totales					
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Unidad de medida	Resultados
30min - R1	Muestra	Norte	8665631.08	mg/l	187
		Este	282658.05		
30min - R2	Muestra	Norte	8665631.08	mg/l	183
		Este	282658.05		
30min - R3	Muestra	Norte	8665631.08	mg/l	179
		Este	282658.05		

Demanda Bioquímica de Oxígeno					
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Unidad de medida	Resultados
30min - R1	Muestra	Norte	8665631.08	mg/l	451
		Este	282658.05		
30min - R2	Muestra	Norte	8665631.08	mg/l	468
		Este	282658.05		
30min - R3	Muestra	Norte	8665631.08	mg/l	451
		Este	282658.05		

Demanda Química de Oxígeno					
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Unidad de medida	Resultados
30min - R1	Muestra	Norte	8665631.08	mg/l	728
		Este	282658.05		
30min - R2	Muestra	Norte	8665631.08	mg/l	722
		Este	282658.05		
30min - R3	Muestra	Norte	8665631.08	mg/l	715
		Este	282658.05		

Metodología de Análisis:

APHA-AWWA-WEF (2012)5210B
 Estándar Methods for the examination of water and wastewater. AWW.
 SMEWW-APHA-AWWA 2510 B. (2017)
 SM 2130 B. Turbidity, Nephelometric Method.
 APHA-AWWA-WEF (2012) 5210 B
 APHA-AWWA-WEF (2012) 5220 B
 SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 22nd Ed. 2012. Solids, Total Su
 Solids Dried at 103-105°C.

Apoyo experimental:

Mg. Estefany Teodoro Vara
 Especialista en gestión y fiscalización ambiental
 OEFA


 ESTEFANY GLADYS
 TEODORO VARA
 INGENIERA QUIMICA
 Reg. CIP N° 141142

ENSAYO N°03 -PA- 2020
INFORME DE RESULTADOS- MUESTREO DE AGUA

Dirección: Av. Nicolas Ayllon 1217, cecado de Lima
Tipo de ensayo: Análisis Físicoquímicos
Matriz: efluente industrial
Descripción de la muestra: Muestra tratada mediante nanoburbuja
Muestra tomado por: Patsy Camel Acuña Sanchez
Fecha de ingreso de la muestra: 7/07/2020

pH					
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Unidad de medida	Resultados
60min - R1	Muestra	Norte	8665631.08		7.91
		Este	282658.05		
60min - R2	Muestra	Norte	8665631.08		7.93
		Este	282658.05		
60min - R3	Muestra	Norte	8665631.08		7.69
		Este	282658.05		

Temperatura					
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Unidad de medida	Resultados
60min - R1	Muestra	Norte	8665631.08	°C	19.2
		Este	282658.05		
60min - R2	Muestra	Norte	8665631.08	°C	19.2
		Este	282658.05		
60min - R3	Muestra	Norte	8665631.08	°C	19.2
		Este	282658.05		

Conductividad					
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Unidad de medida	Resultados
60min - R1	Muestra	Norte	8665631.08	µs/cm	1254
		Este	282658.05		
60min - R2	Muestra	Norte	8665631.08	µs/cm	1251
		Este	282658.05		
60min - R3	Muestra	Norte	8665631.08	µs/cm	1248
		Este	282658.05		

Oxigeno disuelto					
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Unidad de medida	Resultados
60min - R1	Muestra	Norte		mg/l	3.19
		Este			
60min - R2	Muestra	Norte		mg/l	3.24
		Este			
60min - R3	Muestra	Norte		mg/l	3.24
		Este			

Turbidez					
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Unidad de medida	Resultados
90min - R1	Muestra	Norte	8665631.08	NTU	78.7
		Este	282658.05		
90min - R2	Muestra	Norte	8665631.08	NTU	78.5
		Este	282658.05		
90min - R3	Muestra	Norte	8665631.08	NTU	78.5
		Este	282658.05		

Solidos Suspendidos Totales					
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Unidad de medida	Resultados
90min - R1	Muestra	Norte	8665631.08	mg/l	81.9
		Este	282658.05		
90min - R2	Muestra	Norte	8665631.08	mg/l	81.3
		Este	282658.05		
90min - R3	Muestra	Norte	8665631.08	mg/l	82.7
		Este	282658.05		

Demanda Bioquímica de Oxígeno					
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Unidad de medida	Resultados
90min - R1	Muestra	Norte	8665631.08	mg/l	307
		Este	282658.05		
90min - R2	Muestra	Norte	8665631.08	mg/l	301
		Este	282658.05		
90min - R3	Muestra	Norte	8665631.08	mg/l	307
		Este	282658.05		

Demanda Química de Oxígeno					
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Unidad de medida	Resultados
90min - R1	Muestra	Norte	8665631.08	mg/l	621
		Este	282658.05		
90min - R2	Muestra	Norte	8665631.08	mg/l	628
		Este	282658.05		
90min - R3	Muestra	Norte	8665631.08	mg/l	628
		Este	282658.05		

Metodología de Análisis:

APHA-AWWA-WEF (2012)5210B
 Estándar Methods for the examination of water and wastewater. AWW.
 SMEWW.APHA-AWWA 2510 B. (2017)
 SM 2130 B. Turbidity. Nephelometric Method.
 APHA-AWWA-WEF (2012) 5210 B
 APHA-AWWA-WEF (2012) 5220 B
 SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 22nd Ed. 2012. Solids. Total Su
 Solids Dried at 103-105°C.

Apoyo experimental:

Mg. Estefany Teodoro Vara
 Especialista en gestión y fiscalización ambiental
 OEFA


 ESTEFANY GLADYS
 TEODORO VARA
 INGENIERA QUIMICA
 Reg. CIP N° 141142

Anexo 7: Equipo Generador de micronanoburbujas

