



Universidad César Vallejo

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AMBIENTAL

**Comparación de proceso fisicoquímico y biológico, en el
tratamiento de lixiviados de un botadero de San Juan de
Lurigancho, 2023**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniera Ambiental

AUTORA:

Rivas Julcarima, Candy Beatriz (orcid.org/0009-0002-7023-2299)

ASESOR:

Dr. Sernaque Auccahuasi, Fernando Antonio (orcid.org/0000-0003-1485-5854)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y Gestión de los Residuos

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

LIMA – PERÚ

2024

DEDICATORIA

Quiero dedicar esta tesis a mis padres Gerson Rivas, Beatriz Julcarima y mi hermana Andrea Rivas porque ellos han dado razón a mi vida, por sus consejos, su apoyo incondicional y su paciencia, todo lo que hoy soy gracias a ellos. Sus bendiciones a diario a lo largo de mi vida me protegen y me lleva por el buen camino del bien.

AGRADECIMIENTO

Antes que todo, agradezco a Dios por darme siempre fuerzas para continuar en este camino y darme sabiduría para mejorar día a día mí que hacer profesional.

Al mismo tiempo quiero agradecer sinceramente a i asesor de tesis Dr. Sernaque Auccahuasi Fernando Antonio su esfuerzo y dedicación.

Sus conocimientos, sus orientaciones, su manera de trabajar, su persistencia, su paciencia y su motivación ha sido fundamentales para mi formación como investigador.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, SERNAQUE AUCCAHUASI FERNANDO ANTONIO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis titulada: "Comparación de Proceso Físicoquímico y Biológico, en el Tratamiento de Lixiviados de un Botadero de San Juan de Lurigancho, 2023

", cuyo autor es RIVAS JULCARIMA CANDY BEATRIZ, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 16%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 21 de Febrero del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
SERNAQUE AUCCAHUASI FERNANDO ANTONIO DNI: 07234567 ORCID: 0000-0003-1485-5854	Firmado electrónicamente por: FSERNAQUEA el 12- 04-2024 17:05:09

Código documento Trilce: TRI - 0738630



Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, RIVAS JULCARIMA CANDY BEATRIZ estudiante de la de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Comparación de Proceso Físicoquímico y Biológico, en el Tratamiento de Lixiviados de un Botadero de San Juan de Lurigancho, 2023

", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

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

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

Nombres y Apellidos	Firma
RIVAS JULCARIMA CANDY BEATRIZ DNI: 74399775 ORCID: 0009-0002-7023-2299	Firmado electrónicamente por: CBRIVAS el 06-06- 2024 15:59:43

Código documento Trilce: INV - 1787935

Índice de contenidos

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Declaratoria de autenticidad del asesor	iv
Declaratoria de originalidad del autor/autores.....	v
Índice de contenidos.....	vi
Índice de tablas	vii
Índice de figuras	xii
Resumen	xiii
Abstract	xiv
I.INTRODUCCIÓN	1
II.MARCO TEÓRICO	5
III.METODOLOGÍA	16
3.1.Tipo y diseño de investigación.....	16
3.2. Variable y operacionalización	16
3.3.Población, muestra y muestreo	16
3.4.Técnicas e instrumentos de recolección de datos	17
3.5.Procedimiento.....	19
3.6.Método de análisis de datos	21
3.7.Aspectos éticos	21
IV.RESULTADOS.....	22
V. DISCUSIÓN.....	80
VI. CONCLUSIONES.....	84
VII. RECOMENDACIONES	85
REFERENCIA	
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla 1. Características de los lixiviados	11
Tabla 2. Caracterización de lixiviados	22
Tabla 3. Análisis de pH a 30 minutos	23
Tabla 4. Análisis de pH a 60 minutos	23
Tabla 5. Análisis de pH a 120 minutos	23
Tabla 6. Análisis de DQO a 30 minutos	24
Tabla 7. Análisis de DQO a 120 minutos	24
Tabla 8. Análisis de DQO a 120 minutos	25
Tabla 9. Análisis de DBO a 30 minutos	25
Tabla 10. Análisis de DBO a 60 minutos	26
Tabla 11. Análisis de DBO a 120 minutos	26
Tabla 12. Análisis de ST a 30 minutos	27
Tabla 13. Análisis de ST a 60 minutos	27
Tabla 14. Análisis de ST a 120 minutos	27
Tabla 15. Análisis de turbidez a 30 minutos	28
Tabla 16. Análisis de turbidez a 60 minutos	28
Tabla 17. Análisis de turbidez a 120 minutos	29
Tabla 18. Análisis de plomo total a 30 minutos	29
Tabla 19. Análisis de plomo total a 60 minutos	30
Tabla 20. Análisis de plomo total a 120 minutos	30
Tabla 21. Análisis de DQO a 30 minutos	31
Tabla 22. Análisis de DQO a 60 minutos	31
Tabla 23. Análisis de DQO a 120 minutos	32
Tabla 24. Análisis de DBO a 30 minutos	32
Tabla 25. Análisis de DBO a 60 minutos	33
Tabla 26. Análisis de DBO a 120 minutos	33
Tabla 27. Análisis de solidos suspendidos a 30 minutos	33
Tabla 28. Análisis de solidos suspendidos a 60 minutos	34
Tabla 29. Análisis de solidos suspendidos a 120 minutos	34
Tabla 30. Análisis de turbidez a 30 minutos	35
Tabla 31. Análisis de turbidez a 60 minutos	35

Tabla 32. Análisis de turbidez a 120 minutos _____	35
Tabla 33. Análisis de plomo a 30 minutos _____	36
Tabla 34. Análisis de plomo a 60 minutos _____	36
Tabla 35. Análisis de plomo a 120 minutos _____	36
Tabla 36. Concentraciones finales de pH Proceso Fenton _____	37
Tabla 37. Concentraciones finales de DQO Proceso Fenton _____	37
Tabla 38. Concentraciones finales de DBO Proceso Fenton _____	38
Tabla 39. Concentraciones finales de ST Proceso Fenton _____	38
Tabla 40. Concentraciones finales de Turbidez Proceso Fenton _____	38
Tabla 41. Concentraciones finales de Pb Proceso Fenton _____	39
Tabla 42. Concentraciones finales de DQO Proceso biológico _____	39
Tabla 43. Concentraciones finales de DBO Proceso biológico _____	39
Tabla 44. Concentraciones finales de ST Proceso biológico _____	40
Tabla 45. Concentraciones finales de Turbidez Proceso biológico _____	40
Tabla 46. Concentraciones finales de Pb Proceso biológico _____	40
Tabla 47. Especificaciones técnicas, físicas y químicas _____	41
Tabla 48. Comparación del efecto de la dosis y tiempo sobre el PH _____	41
Tabla 49. Prueba de Tukey para comparar del efecto del tiempo sobre valor medio del PH _____	42
Tabla 50. Prueba de Tukey para comparar del efecto de la dosis sobre el valor medio del PH _____	42
Tabla 51. Comparación del efecto de la dosis y tiempo sobre el DQO _____	43
Tabla 52. Prueba de Tukey para comparar del efecto del tiempo sobre valor medio del DQO _____	44
Tabla 53. Prueba de Tukey para comparar del efecto de la dosis sobre valor medio del DQO _____	44
Tabla 54. Comparación del efecto de la dosis y tiempo sobre el DBO _____	45
Tabla 55. Prueba de Tukey para comparar del efecto del tiempo sobre valor medio del DBO _____	46
Tabla 56. Prueba de Tukey para comparar del efecto de la dosis sobre valor medio del DBO _____	46
Tabla 57. Comparación del efecto de la dosis y tiempo sobre el ST _____	47
Tabla 58. Prueba de Tukey para comparar del efecto del tiempo sobre valor medio del ST _____	47

Tabla 59. Prueba de Tukey para comparar del efecto de la dosis sobre valor medio del ST _____	48
Tabla 60. Comparación del efecto de la dosis y tiempo sobre la turbidez ____	49
Tabla 61. Prueba de Tukey para comparar del efecto del tiempo sobre valor medio de la turbidez _____	49
Tabla 62. Prueba de Tukey para comparar del efecto del tiempo sobre valor medio del DBO _____	50
Tabla 63. Prueba de Tukey para comparar del efecto de la dosis sobre valor medio de la turbidez _____	51
Tabla 64. Comparación del efecto de la dosis y tiempo sobre el plomo total _	51
Tabla 65. Prueba de Tukey para comparar del efecto del tiempo sobre valor medio del plomo total _____	52
Tabla 66. Comparación del efecto del tiempo y dosis de almidón de plátano y arcilla sobre la DQO _____	53
Tabla 67. Prueba de Tukey para comparar del efecto del tiempo sobre valor medio de la DQO _____	53
Tabla 68. Prueba de Tukey para comparar el efecto de la dosis de almidón de plátano y arcilla al 50% sobre el valor medio de la DQO _____	54
Tabla 69. Comparación del efecto del tiempo y dosis de almidón de plátano y arcilla sobre la DBO _____	55
Tabla 70. Prueba de Tukey para comparar del efecto del tiempo sobre valor medio de la DBO _____	55
Tabla 71. Prueba de Tukey para comparar el efecto de la dosis de almidón de plátano y arcilla al 50% sobre el valor medio de la DBO _____	56
Tabla 72. Comparación del efecto del tiempo y dosis de almidón de plátano y arcilla sobre los Sólidos suspendidos _____	57
Tabla 73. Prueba de Tukey para comparar del efecto del tiempo sobre el valor medio de los sólidos suspendidos _____	57
Tabla 74. Prueba de Tukey para comparar del efecto de la dosis de almidón de plátano y arcilla al 50% sobre el valor medio de los sólidos suspendidos ____	58
Tabla 75. Comparación del efecto del tiempo y dosis de almidón de plátano y arcilla sobre la turbidez _____	59
Tabla 76. Prueba de Tukey para comparar del efecto del tiempo sobre el valor medio de la turbidez _____	59

Tabla 77. Prueba de Tukey para comparar del efecto de la dosis de almidón de plátano y arcilla al 50% sobre el valor medio de la turbidez _____	60
Tabla 78. Comparación del efecto del tiempo y dosis de almidón de plátano y arcilla sobre el plomo _____	61
Tabla 79. Prueba de Tukey para comparar del efecto del tiempo sobre el valor medio del plomo _____	61
Tabla 80. Prueba de Tukey para comparar del efecto de la dosis de almidón de plátano y arcilla al 50% sobre el valor medio del plomo _____	62
Tabla 81. Valores de DQO medio finales comparados con LMP _____	63
Tabla 82. Valores de DBO medio finales comparados con LMP _____	64
Tabla 83. Procesos fisicoquímicos, valores de ST medio finales comparados con LMP _____	65
Tabla 84. Procesos fisicoquímicos, valores de turbidez medio finales comparados con LMP _____	65
Tabla 85. Procesos fisicoquímicos, valores de plomo total medio finales comparados con LMP _____	66
Tabla 86. Prueba ANOVA para evaluar el efecto sobre PH, proceso fisicoquímico _____	67
Tabla 87. Prueba Tukey para evaluar el efecto del tiempo sobre PH _____	68
Tabla 88. Prueba ANOVA para evaluar el efecto sobre DQO, proceso fisicoquímico _____	68
Tabla 89. Prueba Tukey para evaluar el efecto del tratamiento sobre DQO _	68
Tabla 90. Prueba Tukey para evaluar el efecto de la dosis sobre DQO _____	69
Tabla 91. Prueba ANOVA para evaluar el efecto sobre DBO, proceso fisicoquímico _____	69
Tabla 92. Prueba Tukey para evaluar el efecto de la dosis sobre DBO _____	70
Tabla 93. Prueba Tukey para evaluar el efecto del tiempo sobre DBO _____	70
Tabla 94. Prueba ANOVA para evaluar el efecto sobre ST, proceso fisicoquímico _____	70
Tabla 95. Prueba Tukey para evaluar el efecto del tratamiento sobre ST ____	71
Tabla 96. Prueba Tukey para evaluar el efecto de la dosis sobre ST _____	71
Tabla 97. Prueba ANOVA para evaluar el efecto sobre Turbidez, proceso	

Tabla 98. Prueba de Tukey para evaluar el efecto del tratamiento sobre turbidez	72
Tabla 99. Prueba de Tukey para evaluar el efecto de la dosis sobre la turbidez	72
Tabla 100. Prueba ANOVA para evaluar el efecto sobre Pb, proceso físicoquímico	73
Tabla 101. Prueba Tukey para evaluar el efecto del tratamiento sobre Pb	73
Tabla 102. Prueba de Tukey para evaluar el efecto de la dosis sobre Pb	74
Tabla 103. Prueba ANOVA para evaluar el efecto sobre DQO	74
Tabla 104. Prueba Tukey para evaluar el efecto del tiempo sobre DQO	74
Tabla 105. Prueba ANOVA para evaluar el efecto sobre DBO	75
Tabla 106. Prueba ANOVA para evaluar el efecto del tiempo sobre DBO	75
Tabla 107. Prueba ANOVA para evaluar el efecto de la dosis sobre DBO	75
Tabla 108. Prueba ANOVA para evaluar el efecto sobre sólidos suspendidos	76
Tabla 109. Prueba Tukey para evaluar el efecto de la dosis sobre los SS	76
Tabla 110. Prueba Tukey para evaluar el efecto del tiempo sobre los SS	77
Tabla 111. Turbidez	77
Tabla 112. Plomo	77
Tabla 113. Prueba Tukey para evaluar el efecto de la dosis sobre el plomo	78
Tabla 114. Prueba Tukey para evaluar el efecto del tiempo sobre el plomo	78
Tabla 115. Comparación entre procesos físicoquímicos y biológicos	79

Índice de figuras

Figura 1. Contaminación por lixiviados de vertederos	13
Figura 2. Tratamiento fisicoquímico y biológico de lixiviado de vertederos	14
Figura 3. Validación de equipos de laboratorio	18
Figura 4. Valor medio de PH según tiempos de 30, 60 y 120 minutos	42
Figura 5. Valor medio de PH según dosis oxidante H ₂ O ₂ (mL)	43
Figura 6. Valor medio de DQO según tiempos de 30, 60 y 120 minutos	44
Figura 7. Valor medio de DQO según dosis oxidante H ₂ O ₂ (mL)	45
Figura 8. Valor medio de DBO según tiempos de 30, 60 y 120 minutos	46
Figura 9. Valor medio de DBO según dosis oxidante H ₂ O ₂ (mL)	47
Figura 10. Valor medio de ST según tiempos de 30, 60 y 120 minutos	48
Figura 11. Valor medio de ST según dosis oxidante H ₂ O ₂ (mL)	49
Figura 12. Valor medio de turbidez según tiempos de 30, 60 y 120 minutos	50
Figura 13. Valor medio de turbidez según dosis oxidante H ₂ O ₂ (mL)	51
Figura 14. Valor medio del plomo total según tiempos de 30, 60 y 120 minutos	52
Figura 15. Valor medio del plomo total según dosis oxidante H ₂ O ₂ (mL)	53
Figura 16. Valor medio de DQO según tiempos de 30, 60 y 120 minutos	54
Figura 17. Valor medio del plomo total según dosis oxidante H ₂ O ₂ (mL)	55
Figura 18. Valor medio de DBO según tiempos de 30, 60 y 120 minutos	56
Figura 19. Valor medio del DBO según dosis oxidante H ₂ O ₂ (mL)	57
Figura 20. Valor medio de solidos suspendidos según tiempos de 30, 60 y 120 minutos	58
Figura 21. Valor medio de solido suspendido según dosis oxidante H ₂ O ₂ (mL)	59
Figura 22. Valor medio de turbidez según tiempos de 30, 60 y 120 minutos	60
Figura 23. Valor medio de turbidez según dosis oxidante H ₂ O ₂ (mL)	61
Figura 24. Valor medio de plomo según tiempos de 30, 60 y 120 minutos	63
Figura 25. Valor medio de plomo según dosis de oxidante H ₂ O ₂ (mL)	63

Resumen

El presente trabajo tuvo como objetivo determinar la eficiencia de los procesos fisicoquímico y biológico, en el tratamiento de lixiviados de un botadero de San Juan de Lurigancho, 2023, aplicando para ello una metodología de tipo aplicada de diseño experimental puro.

Los resultados, mostraron que las características fisicoquímicas del lixiviado obtenido presenta parámetros que superan los LMP de Efluentes de Infraestructuras de Residuos Sólidos. Los valores finales de los parámetros después de los procesos fisicoquímico y biológico, aplicando el tratamiento fisicoquímico logró reducir los valores por debajo de los LMP, así también aplicando el tratamiento biológico. Las especificaciones técnicas físicas y químicas son en el tratamiento biológico un proceso de coagulación de lixiviado con 110 gramos de almidón, 55 gramos de arcilla, a 20 minutos dentro del floculador con una agitación de 250 rpm; para el tratamiento fisicoquímico el tratamiento de 1000 ml de lixiviado, como catalizador 5 ml de sulfato ferroso y oxidante 20 ml de peróxido de hidrogeno al método de jarras durante 30 minutos a 250 rpm. Concluyendo que la eficiencia de dichos procesos en el tratamiento de lixiviados es eficiente, ya que ambos pudieron lograr reducir los valores de los diferentes parámetros que sobrepasaban los LMP.

Palabras clave: Fisicoquímica, biológica, lixiviado, botadero.

Abstract

The objective of this study was to determine the efficiency of the physicochemical and biological processes in the treatment of leachate from a landfill in San Juan de Lurigancho, 2023, applying an applied methodology of pure experimental design.

The results showed that the physicochemical characteristics of the leachate obtained present parameters that exceed the LMP for Solid Waste Infrastructure Effluents. The final values of the parameters after the physicochemical and biological processes, applying the physicochemical treatment managed to reduce the values below the LMP, as well as applying the biological treatment. The physical and chemical technical specifications are in the biological treatment a leachate coagulation process with 110 grams of starch, 55 grams of clay, for 20 minutes inside the flocculator with an agitation of 250 rpm; for the physicochemical treatment the treatment of 1000 ml of leachate, as a catalyst 5 ml of ferrous sulphate and oxidant 20 ml of hydrogen peroxide to the jug method for 30 minutes at 250 rpm. It was concluded that the efficiency of these processes in the treatment of leachate is efficient, as both were able to reduce the values of the different parameters that exceeded the LMP.

Keywords: Physicochemical, biological, leachate, landfill.

I. INTRODUCCIÓN

Una estrategia básica para reducir el impacto ambiental en el aire, la tierra y el agua es la gestión de residuos sólidos urbanos (RSU); sin embargo, muchas ciudades y zonas rurales de países latinoamericanos carecen de sistemas adecuados, lo que provoca una acumulación de residuos incontrolada en vertederos no autorizados o regulados (Cristóbal J. et al., 2022, p.2).

En India, sólo el 21% de los RSU se gestiona correctamente, y los vertederos exigen 1240 acres de tierra al año, donde, los RSU residuales suelen eliminarse en vertederos sucios, ya que ni se reciclan ni se recuperan mediante tecnología de tratamiento (Mor S. y Ravindra K., 2023, p.2).

En América Latina y el Caribe (ALC); aunque se ha avanzado en la gestión de residuos, aún quedan problemas por resolver, como la presencia de vertederos incontrolados a cielo abierto (33%) y los bajos índices de recuperación de fracciones de residuos (menos del 4%) (Margallo M. et al., 2019, p.1). En Perú se registraron 29 vertederos en 2017, y a mediados de 2018 se habían documentado más de 1400 vertederos a cielo abierto en toda la nación (Ziegler-Rodriguez K. et al., 2019, p.4).

De acuerdo al estudio de Vaccari M. et al., (2019, p.2):

Se descubrió que había diferencias estadísticamente significativas entre un botadero y un relleno sanitario en las cargas de metales orgánicos, inorgánicos y pesados, con una mayor concentración de contaminantes en los botaderos; además, se descubrieron vínculos entre metales específicos, en particular para Cu, Cr, Zn, Pb y Mn.

En los botaderos se depositan residuos de diversos orígenes y niveles de riesgo, como restos de comida, RAEE, residuos de construcción, sanitarios e industriales y lamentablemente, el 33% de los RSU producidos en todo el mundo se siguen vertiendo indebidamente en vertederos (Kaza S. et al., 2018, p.33).

Como resultado natural de la eliminación de residuos sólidos en vertederos, los lixiviados de estos se han convertido en un importante problema medioambiental debido a su alta concentración de sustancias químicas extremadamente tóxicas (Lin J. et al., 2021, p.1). Considerándose contaminantes potenciales para la salud pública y el medio ambiente (Gripa E. et al., 2023, p.1).

El ingreso del lixiviado al suelo o agua por filtraciones afecta su calidad además de ingresar cuatro tipos de contaminantes (MOD, IMC, HM y XOC) y es considerado un problema ecoambiental crucial en todo el mundo (Ma S. et al., 2022, p.1).

Estos lixiviados son la mezcla del líquido emitido por los residuos en estado de descomposición más fuentes naturales externas como lluvias, drenajes superficiales entre otros (Chelliapan S. et al., 2020, p.175). Por lo que el presente estudio busca analizar la comparación entre la eficiencia de aplicar un proceso fisicoquímico y biológico.

En tal sentido, los tratamientos fisicoquímicos y biológicos presentan ventajas como, los tratamientos fisicoquímicos suelen ser rápidos y eficaces (Chatterjee S. et al., 2022, p.3). Los tratamientos biológicos también presentan características ecológicas y una mayor aceptación social (Aparicio J. et al., 2022, p.1). Entre sus desventajas algunos tratamientos fisicoquímicos son caros, requieren mucho tiempo y afectan a la composición del suelo, y algunos tratamientos biológicos necesitan periodos de tiempo más largos para eliminar los contaminantes (Abbas M. et al., 2022, p.315).

Por tal motivo, para determinar qué proceso es el más eficiente se plantea como problema de estudio: ¿Cuál es la eficiencia de los procesos fisicoquímico y biológico, en el tratamiento de lixiviados de un botadero de San Juan de Lurigancho, 2023?

Como problemas específicos se tiene: ¿Cuáles son las características fisicoquímicas del lixiviado obtenido del botadero de San Juan de Lurigancho, 2023?, ¿Cuáles son los valores finales de los parámetros

después de los procesos fisicoquímico y biológico, en el tratamiento de lixiviados de un botadero de San Juan de Lurigancho, 2023?, ¿Cuáles son las especificaciones técnicas, físicas y químicas en cada tratamiento aplicado a los lixiviados de un botadero de San Juan de Lurigancho, 2023?

Además, es debido señalar que el presente trabajo cumple con 4 justificaciones; la justificación práctica, ya que con el trabajo a realizar se busca resolver el problema de la contaminación por lixiviados de botaderos, mediante la propuesta del método más efectivo entre los procesos fisicoquímicos o biológicos. En cuanto a la justificación teórica, para el sustento de estudios que apliquen un enfoque similar al estudiado aplicando procesos fisicoquímico y biológico se utilizarán artículos de los últimos años como bases teóricas. Así también se cuenta con una justificación social, siendo que el encontrar el proceso adecuado y se logre óptimos resultados en cuanto al tratamiento de lixiviados generado por botaderos ocasionaría un impacto positivo a la población al disminuir el índice de enfermedades ocasionadas.

Por último, en cuanto a la justificación ambiental, al encontrar el proceso de tratamiento de lixiviados de botadero más eficiente se disminuirá las emisiones de gases de efecto invernadero.

Objetivos generales: Determinar la eficiencia de los procesos fisicoquímico y biológico, en el tratamiento de lixiviados de un botadero de San Juan de Lurigancho, 2023

Como objetivos específicos: Analizar las características fisicoquímicas del lixiviado obtenido del botadero de San Juan de Lurigancho, 2023, Identificar los valores finales de los parámetros después de los procesos fisicoquímico y biológico, en el tratamiento de lixiviados de un botadero de San Juan de Lurigancho, 2023, Definir las especificaciones técnicas, físicas y químicas en cada tratamiento aplicado a los lixiviados de un botadero de San Juan de Lurigancho, 2023.

Mientras que la hipótesis general es: Existe eficiencia en el tratamiento de lixiviados de un botadero de San Juan de Lurigancho, 2023 aplicando el procesos fisicoquímico y biológico.

Como hipótesis específicas se tienen: Los parámetros fisicoquímicos iniciales realizados a los lixiviados de un botadero de San Juan de Lurigancho fueron superiores a los, ECA D. S. N° 004-2017-MINAM, Mediante los valores finales de los parámetros después de los procesos fisicoquímico y biológico, en el tratamiento de lixiviados de un botadero de San Juan de Lurigancho presentan valores menores a los ECA D. S. N° 004-2017-MINAM, Las especificaciones técnicas, físicas y químicas son eficientes para la reducción de los parámetros contaminantes.

II. MARCO TEÓRICO

Para situar el tema de investigación emplearemos antecedentes más relevantes a nivel internacional de los últimos años:

En el estudio de Xu Lei et al., (2023, p.1); se realizó un estudio biológico a gran escala, con el objetivo de determinar su eficiencia en el tratamiento de lixiviados de un vertedero. En la metodología se aplicó el método de eliminación biológica de nitrógeno (BNR) fue la fusión de procesos anóxicos y aerobios (AO) basados en la nitrificación y la desnitrificación. Sin embargo, los productos químicos orgánicos de alta potencia y el reflujos de efluentes aeróbicos tienen el potencial de alterar el entorno bioquímico previsto y utilizado por la AO. En los resultados, se descubrió que el 90% de la eliminación de nitrógeno total (NT) y amoníaco (NH_4^+-N) se concentraba en la primera etapa anóxica y aeróbica en un sistema de tratamiento de lixiviados de vertedero a gran escala con AO en dos etapas. Sin embargo, la reducida concentración de nitrato y nitrito del efluente aerobio hizo que la desnitrificación y la oxidación anaerobia del amoníaco (anammox) fueran ineficaces. La comunidad microbiana y los genes funcionales idénticos en las unidades de proceso anóxico y aerobio fueron posibles gracias al elevado flujo de reflujos de los procesos aerobios a los anóxicos.

Así también Genethliou C. et al., (2023, p.1), para el tratamiento de lixiviados brutos de vertederos sanitarios (SLL), tuvo como objetivo, examinar la eficacia de un enfoque piloto de tres etapas que utiliza procesos de adsorción (AD), electrocoagulación (EC) y biológicos (BIO). En la metodología se investigó en primer lugar la eliminación del NH_4^+-N tóxico mediante ensayos de adsorción en columna con diversas concentraciones iniciales de NH_4^+-N y caudales de recirculación. A continuación, se determinó si dos escenarios de tratamiento consecutivos, AD-EC-BIO y AD-BIO-EC, lograban la máxima eliminación de contaminantes y potencial de peligrosidad de los lixiviados, garantizando así la bioseguridad de las instalaciones. Como resultados las eficiencias globales de eliminación de NH_4^+-N , color, demanda química de oxígeno disuelto (d-COD), manganeso (Mn), níquel (Ni), zinc (Zn) y hierro (Fe) alcanzadas tras la aplicación del sistema AD-EC-BIO fueron 95,5 0,1%, 98,8 0,1%, 85,7 0,8%, 100 0,1%, 71,4 1,7%, 63,8 1,9% y 94,2 0,5%. De acuerdo con esto último, el sistema AD-ECBIO

podría considerarse un método de tratamiento prometedor para la depuración de SLL sin tratar después de evaluar el potencial de peligrosidad del lixiviado mediante un bioensayo con *Thamnocephalus platyurus*.

Además, Díaz A. et al., (2022, p.1), en su trabajo el objetivo fue estudiar un lixiviado de vertedero que ha sido procesado biológica y físicamente y que contiene una alta carga de compuestos refractarios (DQO>1000 mg/L, DBO50 mg/L) debe ser evaluado por su eficacia en la reducción de la DQO y el color. En la metodología, se realizaron 15 días de pruebas por lotes a 26 °C y 135 rpm. Además de la actividad enzimática de la lignina peroxidasa (LiP) y el manganeso peroxidasa (MnP), se tuvieron en cuenta la demanda química de oxígeno soluble (sCOD), la demanda biológica de oxígeno soluble (sBOD) y el color. Además, se estudiaron los efectos de diversos parámetros de funcionamiento, como el control del pH, la dilución del permeado y la suplementación, sobre la eficacia del tratamiento. En los resultados, la regulación del pH resultó ser esencial para el tratamiento fúngico. Además, se descubrió que la adición de fuentes de carbono y nitrógeno mejoraba la producción de enzimas y su capacidad para eliminar color y sCOD.

En el artículo de Turan A. et al., (2023, p.1), el objetivo fue buscar aplicar el tratamiento por coagulación-floculación con coagulantes a base de aluminio y hierro para el tratamiento de lixiviados de vertedero. En el estudio metodológico se coagularon dos concentrados distintos de nanofiltración de lixiviados. Las dosis de coagulante oscilaron entre 0,10 y 5,0 g Me 3+/L (Me 3+: Al 3+ o Fe 3+), mientras que los valores de pH para los coagulantes basados en Al y Fe, respectivamente, oscilaron entre 4,0 y 8,0 y entre 3,0 y 9,0. Para Al 3+ y Fe 3+, los niveles óptimos de pH fueron 5,0 y 4,0, respectivamente. En los resultados; para Al 3+ y Fe 3+, los niveles óptimos de pH fueron 5,0 y 4,0, respectivamente. Estos niveles de pH están por debajo de los reconocidos como eficaces para los coagulantes. Las aguas residuales contienen compuestos húmicos, que son la causa de ello. Al concluir las evaluaciones de costes utilizando concentrado de NF lixiviado en vertedero procedente de la región de Estambul (NFCL-1) y Fe 2 (SO 4) 3. xH 2 O como valores de referencia, Fe 2 (SO 4) 3. xH 2 O fue el valor óptimo.

Así también, Bai F. et al., (2023, p.1), en su estudio, el objetivo fue tratar la concentración de ósmosis inversa (ROC) de lixiviados de vertedero mediante una técnica de biorreactor anaerobio de membrana basado en coagulación-ozonización catalítica-bioaumentación (CCOB-AnMBR). En los resultados; en comparación con el cloruro férrico de polialuminio (PAFC) y la corteza prefrontal (PFC), la coagulación basada en el sulfato poliférrico (PFS) eliminó eficazmente los contaminantes refractarios como los orgánicos macromoleculares (MMO), los compuestos de anillo bencénico (BRC), el ácido húmico (HA) y el ácido fúlvico (FvA) en el lixiviado de vertedero, con tasas medias de eliminación del 78,3%, 53,5%, 34. Al destruir los componentes orgánicos refractarios, la ozonización catalítica con $MnOO_3$ mejoró el índice de biodegradabilidad y facilitó el tratamiento biológico de los ROC en el futuro. El nanocatalizador $MnO_x-CeO_x-Al_2O_3$ mejoró la descomposición del ozono y potenció la producción de radical hidroxilo (-OH) y oxígeno singlete (1O_2) en el ROC. La oxidación tiene lugar principalmente en la interfase sólido-líquido. Además, se mejoró el metabolismo del sulfato mediante bioaumentación utilizando *Desulfovibrio vulgaris* recombinante modificado genéticamente que expresaba Sat y dsrAB (rGEDEVsds), lo que impulsó la transferencia de sulfato al interior de las células y los procesos de reducción por disimilación del sulfato.

Así Alfaia R. et al., (2023, p.1), en su estudio el objetivo fue; compara el flujo de permeado, la resistencia al ensuciamiento y la calidad del lixiviado para examinar el impacto del pretratamiento del lixiviado de vertedero mediante coagulación-floculación (C/F) en el rendimiento de las membranas de nanofiltración (NF) y ósmosis inversa (RO). En la metodología; los lixiviados de pretratamiento, también conocidos como lixiviados P1 y P2, se crearon utilizando C/F con cloruro férrico ($FeCl_3$) y sulfato de alumbre ($Al_2(SO_4)_3$). Las cinco membranas poliméricas distintas, NP030, NP010, XN45, BW30 y X201, se utilizaron para tratar las muestras de lixiviado bruto (RL) P1 y P2. El flujo de permeado de XN45 aumentó en más de un 80% cuando C/F se pretrató con $FeCl_3$ o $Al_2(SO_4)_3$. En este caso, los valores medios de resistencia al ensuciamiento para RL, P1 y P2 fueron de $2,13e+08$, $0,96e+08$ y $1,02e+08$ m⁻¹, respectivamente. Los resultados; sugieren que, independientemente del

coagulante empleado, el pretratamiento de los lixiviados redujo el ensuciamiento de las membranas en más de un 50%.

En el trabajo de Nabi M. et al., (2022, p.1); el objetivo fue, examinar el uso de grafito en el tratamiento de lixiviados de vertedero para mejorar la digestión anaerobia y reducir el ensuciamiento de la membrana AnMBR. La metodología; analizó cómo afectaba el grafito a la eliminación de materia orgánica, la generación de biogás, la concentración de metano, el ensuciamiento de la membrana, las respuestas microbiológicas y las composiciones del ensuciamiento. En los resultados; con la adición de grafito se alcanzó una eliminación de la demanda química de oxígeno (DQO) del 78% para una concentración de DQO influente de 3000 mg/l, significativamente mejor que la etapa sin adición de grafito (65%) para una concentración de DQO influente de 2000 mg/l. De forma similar, el contenido de metano del biogás con adición de grafito fue del 56%, frente al 46% sin ella. Estas mejoras en la digestión se debieron al fomento de la descomposición orgánica, que fue posible gracias al mecanismo DIET habilitado por la adición de grafito al AnMBR. El ciclo de limpieza de la membrana se amplió de 13 a 30 días gracias a la inclusión del grafito.

Hu L. et al., (2020, p.1); en su trabajo el objetivo fue; degradar el p-nitrofenol (PNP) y restos orgánicos mediante energía de microondas. En la metodología se estudió el impacto del acetato de sodio en la producción de Fe_3O_4 , y los resultados revelaron que, si bien tenía un impacto mínimo en la actividad catalítica del sistema $Fe_3O_4/PS/MW$, sí tenía un impacto en el rendimiento de Fe_3O_4 . El experimento de degradación también mostró que el carbonato tenía una influencia perjudicial en la eliminación del p-nitrofenol, mientras que el ácido húmico y los aniones coexistentes de cloruro, sulfato, nitrato y fosfato tenían un impacto mínimo. El sistema $Fe_3O_4/PS/MW$ también funcionó eficazmente en el intervalo de pH original de 3,0-9,0. Los radicales sulfatos y un pequeño número de radicales hidroxilos parecen desempeñar un papel dominante en el proceso de degradación, según el experimento de extinción y la detección por resonancia paramagnética de electrones (EPR). Además, el estudio de espectroscopia de fotoelectrones de rayos X (XPS) demostró que el Fe_3O_4 desempeñaba un papel en el proceso de degradación. Estos resultados muestran el posible uso del

sistema Fe₃O₄/PS/MW para el tratamiento de aguas residuales debido al buen rendimiento observado en las matrices de agua del grifo y del río Songhua.

Antony J. et al., (2020, p.1), en este estudio el objetivo fue; evaluar la posibilidad de utilizar procesos de oxidación avanzada (POA) basados en aluminio de valor cero (ZVAI) para la estabilización de lixiviados de vertedero. En la metodología; el ácido ZVAI aireado, produjeron radicales en exceso utilizando peróxido de hidrógeno (HP) y persulfato (PS). En los resultados; en circunstancias ideales, como el lavado ácido durante 20 minutos y una dosis de ZVAI de 10 g L⁻¹ a un pH inicial de 1,5, el sistema ZVAI-ácido alcanzó una eficacia de eliminación de DQO del 83%. Las eficacias máximas de exclusión de COT, DQO y color fueron del 83,52%, 96% y 63,71% en los sistemas de tratamiento dispuestos en el siguiente orden: ZVAI/H+/Aire/HP/PS > ZVAI/H+/Aire/PS > ZVAI/H+/Aire > ZVAI/H+. Se ha descubierto que en el proceso intervienen metales adicionales, como el Fe y el Cu. Según el estudio de reutilización, el polvo de ZVAI puede utilizarse con éxito hasta tres ciclos. En este procedimiento, se encontraron 28,48 mg/l de residuo de Al³⁺, que debe eliminarse antes de verter el efluente.

En el estudio de Lavudya S. et al., (2023, p.1), el objetivo fue; realizar una evaluación del uso de los procedimientos de precipitación Fenton y estruvita para la eliminación de amoníaco y DQO. En la metodología; se optimizaron las características de funcionamiento de Fenton y estruvita. En los resultados; eas tasas individuales de eliminación de DQO y amoníaco para los métodos de tratamiento Fenton y estruvita fueron del 60%, 25%, 30% y 65%, respectivamente. Con los parámetros preoptimizados, los procesos de Fenton y estruvita se llevaron a cabo sucesivamente, y se observó una eliminación máxima de DQO y amoníaco del 89% y 78%. En la primera categoría es donde encaja el análisis cinético del proceso de estruvita.

Li Z. et al., (2020, p.1), con el fin de tratar aguas residuales muy salinas (100400 mM), presentó como objetivo; un compuesto de óxido de cobre soportado por biocarbón (BC-CuO) para activar el peroximonosulfato (PMS). En los resultados; el azul de metileno (MB), el naranja ácido 7, la rodamina B, la atrazina y la ciprofloxacina se eliminaron rápidamente de la solución altamente salina en el sistema BC-CuO/PMS en 30 minutos, alcanzando altas eficiencias del 99,68%,

100%, 100% y 78,27%, respectivamente. El BC-CuO/PMS también puede eliminar el 68,43% de la DQO del lixiviado de vertedero y >88,61% del MB de otros sistemas salinos que comprenden uno o más componentes salinos. Según los resultados experimentales, el oxígeno singlete (1O_2) predominó en los sistemas altamente salinizados, mientras que los radicales sulfatos (SO_4^-), los radicales hidroxilos (OH) y otros radicales contribuyeron a la descomposición de los contaminantes. A partir de los datos de caracterización y análisis, se postularon posibles mecanismos de activación de los grupos funcionales oxigenados del biocarbón y de la hidroxilación de la superficie de CuO para acelerar la producción de 1O_2 .

La gestión de los residuos sólidos (RS) es una de las mayores preocupaciones medioambientales del siglo XXI para la gran mayoría de los países y es sabido que en 2018, se generaron 2.010 millones de toneladas a nivel mundial, y se calcula, que al menos el 33% de esos residuos no se gestiona de forma eficaz (Alzamora B. et al., 2022, p.2).

Según un estudio, el mundo se encuentra actualmente en una trayectoria en la que la generación de residuos superará significativamente el crecimiento de la población, duplicándose con creces de aquí a 2050, por lo que los residuos sólidos urbanos (RSU) aumentan a un ritmo cada vez mayor (Kala S. et al., 2018, p.12). Hasta el 2045 se superará la cantidad de residuos a 6mil millones (Naciones Unidas, 2014 citado en Rajoo K. et al., 2020, p.2).

Sin embargo, muchas ciudades y zonas rurales de los países latinoamericanos carecen de sistemas adecuados de gestión de residuos, lo que provoca una acumulación de residuos incontrolada en vertederos no autorizados o no regulados; como es el caso de Perú (Cristóbal J. et al., 2022, p.1). Debido a ello se generan los lixiviados; por causa de los cambios físicos, químicos y biológicos de los residuos sólidos (Youcai Z., 2018, p.1).

Este vertido es uno de los métodos más populares para deshacerse de los residuos sólidos urbanos, pero se ha convertido en una gran preocupación medioambiental mundial por la fuga al medio ambiente de lixiviados de vertedero, un tipo de aguas residuales con composiciones complicadas y altos niveles de contaminantes (Ma S. et al., 2022, p.1). Considerados como un conjunto químico

que contiene iones metálicos pesados, materia orgánica disuelta (DOM) y sustancias químicas orgánicas (Youcai Z., 2018, p.3).

Otros ejemplos presentes son las sustancias orgánicas e inorgánicas, sales inorgánicas, ácidos orgánicos y compuestos nitrogenados, compuestos húmicos y compuestos xenobióticos (fenoles, pesticidas, etc.); dependiendo de la fuente de los vertederos varían (Ghosh A. et al., 2023, p.2).

Siendo además que, la composición de los residuos, el balance hídrico y las condiciones biológicas, químicas y físicas del cuerpo del vertedero afectan a la calidad del lixiviado (Cossu R. y Stegmann R., 2018, p.1).

Debido al alto contenido de residuos orgánicos, después de 10 años de vida de un vertedero se generan procesos biológicos anaeróbicos incontrolados; que, en combinación con los procesos químicos y físicos, determinan la calidad del lixiviado, es decir, su concentración de carbono orgánico (Hans J. y Rainer S., 2018, p.511).

Tabla 1. Características de los lixiviados

Parámetro	unidad de medida
Temperatura	(°C)
pH	-
Color, Unidades Hazen	(HU)
Turbidez	(FTU)
Conductividad	(µS/cm)
Sólidos totales	(mg/L)
Sólidos suspendidos totales	(mg/L)
Sólidos disueltos totales	(mg/L)
Alcalinidad	(mg/L)
Cloruro	(mg/L)
Sulfato	(mg/L)
Oxígeno disuelto	(mg/L)
Demanda bioquímica de oxígeno	(mg/L)

Demanda química de oxígeno	(mg/L)
Amoniaco	(mg/L)
Nitrato	(mg/L)
Fosfato	(mg/L)
Plomo	(mg/L)
Níquel	(mg/L)
Cadmio	(mg/L)
Hierro	(mg/L)
Manganeso	(mg/L)
Zinc	(mg/L)

Fuente: Modificado de Mynepalli K. et al., (2020, p.137)

Además, menciona que los lixiviados son aguas peligrosas, altamente contaminadas como se observa en la tabla 1 y con importantes variaciones regionales en su composición química y volumen caudal.

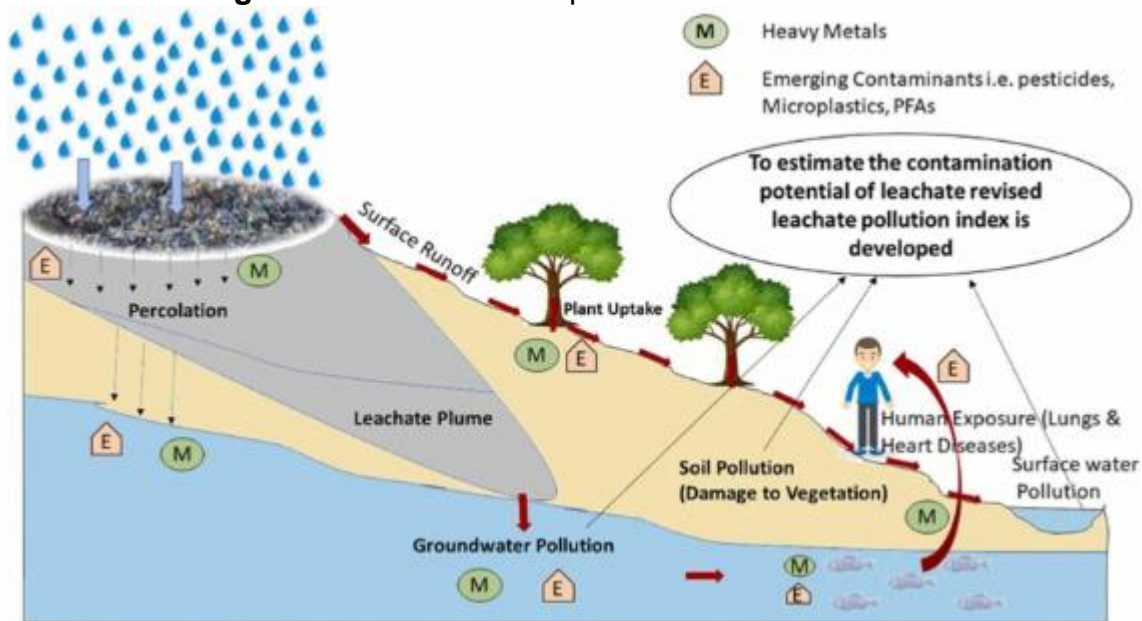
Como consecuencia, la producción mundial de basura municipal tiene numerosos efectos negativos en el medio ambiente, como la contaminación por nitrógeno, la acumulación de residuos plásticos en los mares y las emisiones de gases de efecto invernadero (Chen D. et al., 2020, p.1). En todo el mundo, la contaminación ambiental, el envenenamiento de las aguas superficiales y subterráneas y las enfermedades del desarrollo humano, como las anomalías congénitas, se han producido por la absorción de toxinas de los lixiviados en el medio ambiente (Mynepalli K. et al., 2020, p.137). Ver figura 1.

Pero, al haber pocos estudios que describan los efectos ambientales y la dinámica de lixiviación; en el estudio de Paul S. et al., (2019, p.1) Se obtuvo los siguientes datos:

Se tomaron muestras de RSU de tres niveles de un vertedero de 30 años de antigüedad en Silchar (India), donde se apreciaron diferencias considerables en el pH, la densidad y la toxicidad de los metales en los distintos estratos de la pila de RSU. El tamaño del grano, la porosidad y otros parámetros físicos variaban significativamente con la profundidad, y los experimentos de lixiviación a escala

de laboratorio revelaron que los metales (Fe, Cu y Pb), los fosfatos y los sulfatos pueden contaminar significativamente el suelo.

Figura 1. Contaminación por lixiviados de vertederos



Fuente: Bisht T. y Singh K., (2022, p.1)

Debido a que los contaminantes que se puedan presentar por los lixiviados de vertederos está directamente relacionado con los residuos emitidos, existe una variedad de contaminantes que contaminan gravemente las aguas subterráneas y otras masas de agua, perjudicando a la flora, la vida acuática y a las personas al contaminar el agua potable y el riego para la agricultura (Rajoo K. et al., 2020, p.3).

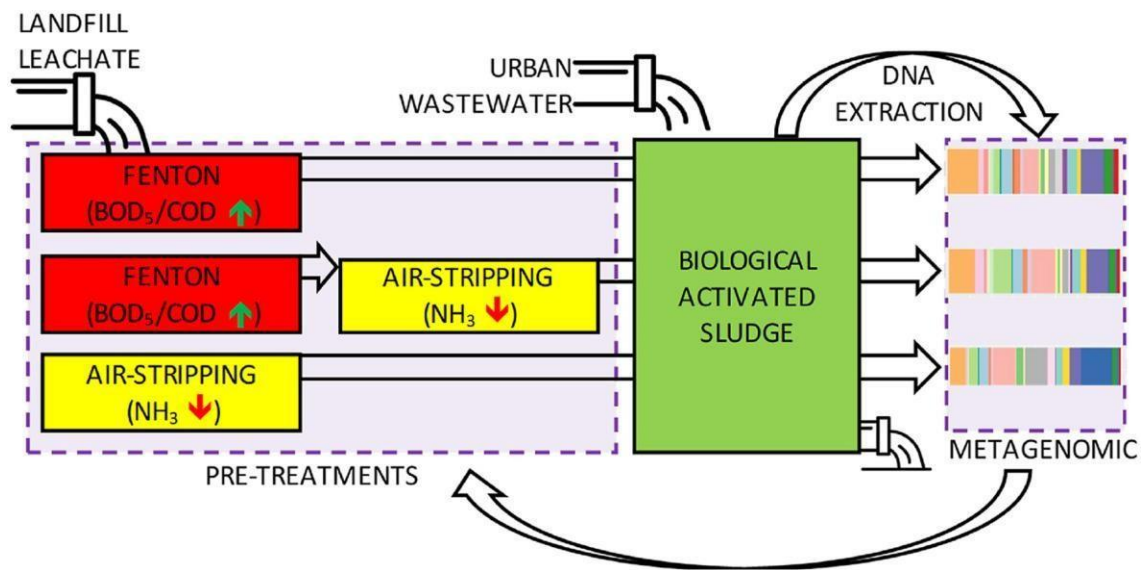
Entre la desventaja de usar vertederos se encuentra la contaminación de las cosechas y plantas comestibles por metales tóxicos, que por causa de la filtración subterránea de los lixiviados llega hasta las aguas superficiales afectando la salud pública e incrementando problemas carcinógenos (Parvin F. y Tareq S., 2021, p.1).

Pero es sabido que las sustancias químicas refractarias y los contaminantes emergentes presentes en los lixiviados de los botaderos no pueden descomponerse con los métodos convencionales; por ello se aplica la comparación de proceso fisicoquímico y biológico (Alexandrov R. et al., 2020, p.2). Además, las elevadas cantidades de sustancias orgánicas e inorgánicas

que se encuentran en los lixiviados de vertedero, sobre todo en los procedentes de vertederos maduros y estabilizados, interfieren en la eficacia de algunos tratamientos habituales (Ikehata K. y Li Y., 2018, p.115);

Por lo que, el tratamiento biológico elimina predominantemente los residuos orgánicos, mientras que el tratamiento fisicoquímico elimina sobre todo partículas sólidas, metales pesados, amoníaco y otros contaminantes de los lixiviados de vertedero (Ahmed T. et al., 2019, p.1). Ver figura 2.

Figura 2. Tratamiento fisicoquímico y biológico de lixiviado de vertederos



Fuente: De Carluccio M. et al., (2023, p.1)

Como se observa en la figura 1, una adecuada combinación de co-tratamiento de lixiviados de vertederos maduros (MLL) puede reducir el efecto negativo de MLL, reduciendo la presión sobre las bacterias autóctonas y por tanto el tiempo de aclimatación del proceso biológico.

En los procesos biológicos, los tratamientos fisicoquímicos se han utilizado como fase previa o posterior al tratamiento (Cherin Yasmin et al., 2021, p.1).

La terapia biológica suele estar vinculada o combinada con el tratamiento fisicoquímico (como la separación por aire, la oxidación química, la coagulación, la floculación y la adsorción de carbón activado) (Jayanthi B. et al., 2017, p.3).

Debido a que, los lixiviados más jóvenes responden mejor al procedimiento de tratamiento biológico que los lixiviados más viejos que responden mejor al tratamiento fisicoquímicos; y la existencia de materia orgánica rica en los lixiviados jóvenes es la causa de ello (Khoo K. et al., 2020, p.4).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

En las ciencias se emplea un tipo de investigación denominada investigación aplicada, para determinar las necesidades, problemas u oportunidades del entorno para poder aplicar los conocimientos y utilizar el método científico para abordar estas necesidades (Castro M. et al., 2023, p.15).

Siendo así que el presente trabajo aplica la investigación de tipo aplicada y es que este al especializado en teorías que se deseen modificar o formular, se buscará determinar la eficiencia de los procesos fisicoquímico y biológico, en el tratamiento de lixiviados de un botadero, incrementando así el conocimiento de los lectores mediante los resultados que se vayan a presentar en el estudio.

El diseño es experimental puro, siendo que este trabajo además de presentar la característica de una investigación cuantitativa manipula una variable, la variable independiente definida por la comparación de proceso fisicoquímico y biológico y de esa manera se observará cómo influye en la variable dependiente definida por el tratamiento de lixiviados de un botadero.

3.2. Variable y operacionalización

Las variables son:

VI: Comparación de proceso fisicoquímico y biológico

VD: tratamiento de lixiviados de un botadero

Detalladas con mayor precisión en el Anexo 1.

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población: Lixiviados del botadero de San Juan de Lurigancho ubicado en Mariscal Cáceres Paradero

- **Criterio de inclusión:** las muestras de lixiviado de del botadero ubicado en Mariscal Cáceres Paradero son las únicas consideradas como parte

de la población, ya que los lixiviados varían de acuerdo al tipo de vertedero y lo que se quiere es utilizar lixiviados de un vertedero joven es decir que presenten menos de 5 años.

- **Criterio de exclusión:** Vertederos maduros, vertederos de otras zonas de San Juan de Lurigancho.

3.3.2. Muestra: 1000 ml de la muestra extraída de los lixiviados en el botadero de San Juan de Lurigancho

3.3.3. Muestreo: Dado que la muestra se eligió al azar, es decir, los lixiviados del vertedero de San Juan de Lurigancho en Mariscal Cáceres Paradero fueron seleccionados de manera aleatoria, el tipo de muestra fue probabilístico.

3.3.4. Unidad de análisis: Lixiviado de vertedero joven

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

- La técnica usada fue la observación; ya que, mediante este instrumento se anotaron las informaciones que se tuvieron del proceso experimental.
- El instrumento para la recolección de datos se realizó mediante el “Protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos autoridad Nacional del Agua”.
- La validación de instrumentos de recolección de datos; el cual se encuentra en anexos, con sus respectivas solicitudes que permitieron la validación y confiabilidad de los instrumentos utilizados de manera indispensable para el recojo de los datos para el desarrollo del presente estudio; siendo los instrumentos la ficha 1 (Recolección de la muestra), ficha 2 (Características fisicoquímicas), ficha 3 (Proceso Fisicoquímico Oxidación Avanzada) y ficha 4 (Proceso Biológico - Uso de coagulante natural en base de almidón de plátano y arcilla).
- Además, está la validación de los equipos a utilizar en laboratorio mostrados en la siguiente figura:

Figura 3. Validación de equipos de laboratorio

Equipos	Modelo	Definición	Aplicación
pH metro	HANNA 8424 Serie : S/N	El pH metro cumple la función de brindar la medición de la acidez o basicidad de una solución y por lo general este equipo para mediar el pH se calibra a 25°C (Vitthal S. et al., 2016, p.193).	Se utiliza en la caracterización fisicoquímica del lixiviado.
Floculador	VELP Serie: AO109	El floculador es un dispositivo de depuración de bajo coste que permite la aglutinación de partículas coloidales desestabilizadas por coagulación, lo que facilita la decantación y posterior filtración de estos productos químicos (García Á. et al., 2023, p.5).	Se utiliza para la agitación del coagulante de almidón de plátano y promover la sedimentación de las partículas que se desea remover.
Termómetro digital	DO Meter Portable HANNA HI 9146, Dissolved Oxygen Meter	Los datos se convierten en señales digitales, que luego se utilizan para leer con gran precisión y un coste mínimo (Prasannakumaran K. et al., 2021, p.663).	Se utiliza para determinar la temperatura del lixiviado antes de iniciar el proceso de tratamiento

Turbidímetro	Turbidímetro HI 93703	Es una herramienta utilizada para medir la turbidez de una solución, que permite calibrar la cantidad de partículas en suspensión presentes (Thomas M. et al., 2022, p.2).	Se utiliza para realizar la caracterización del lixiviado, determinando el valor de turbidez presente.
--------------	-----------------------	--	--

3.5. Procedimiento

En primer lugar, el lixiviado se recogió utilizando equipo de protección individual (EPI) y un pequeño recipiente de plástico; a continuación, se trasladó a un recipiente más grande hasta alcanzar el volumen necesario (1000 ml).

De todo el volumen de lixiviado recogido para la caracterización fisicoquímica de la muestra se extrajo un litro, y el volumen restante se empleó en experimentos que incluían tanto procesos biológicos como fisicoquímicos.

Se utilizó una estación dentro del botadero con el código M-1 para caracterizar el lixiviado antes de iniciar el proceso de tratamiento.

Las muestras se tomaron de acuerdo al protocolo de monitoreo, y los resultados se compararon con los Límites Máximos Permisibles (LMP) de Efluentes de Infraestructuras de Residuos Sólidos (Decreto Supremo N° - 2009 - MINAM).

Después de la caracterización se realizaron los siguientes tratamientos:

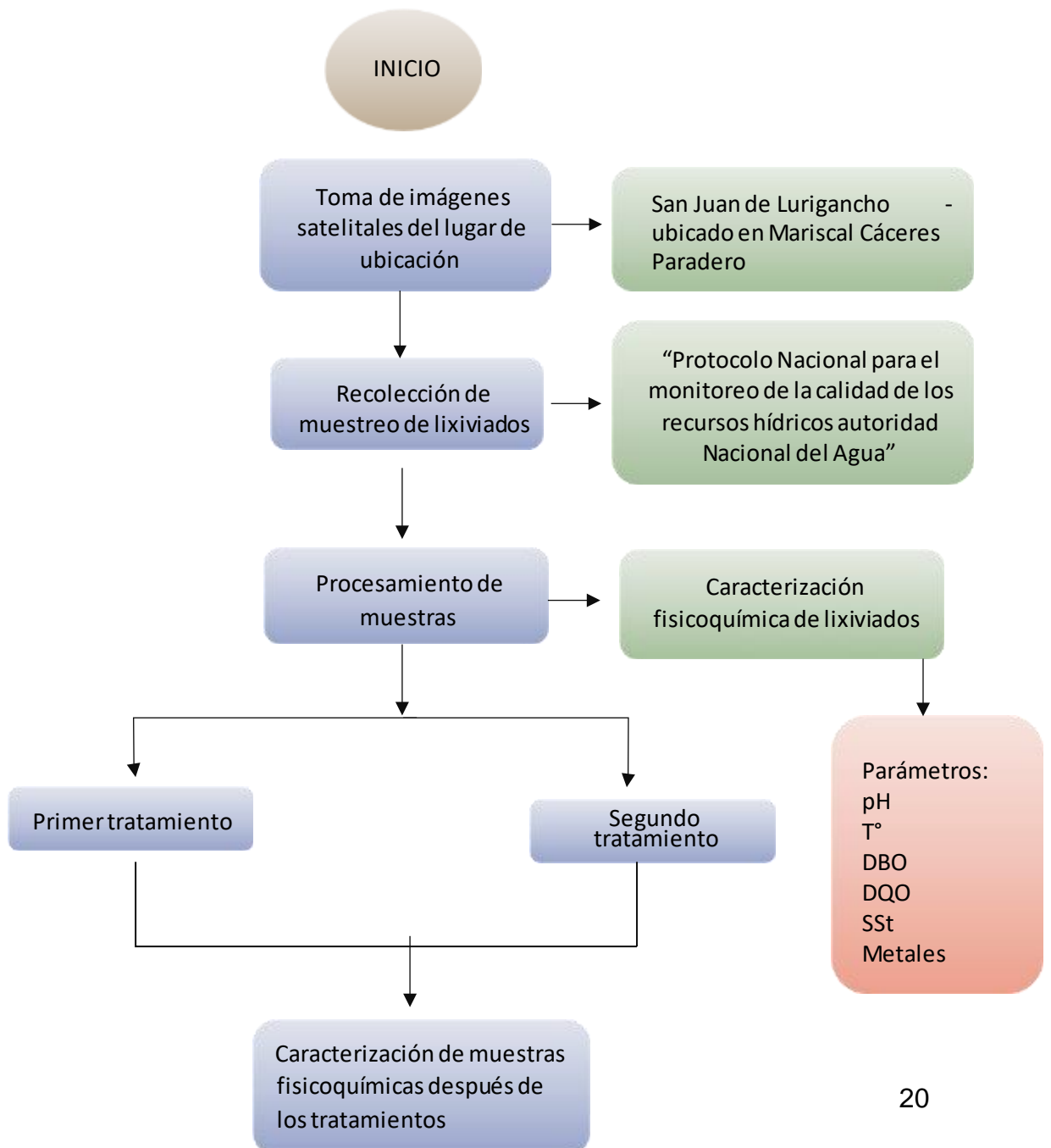
En el tratamiento biológico: En el primer tratamiento se empleará el coagulante natural a base de almidón y plátano, más arcilla. Donde los parámetros fueron:

- Volumen por muestra = 1000 ml
- Número de corridas = 4
- Dosis del coagulante (almidón de plátano) = 10, 35, 60, 85 y 110g
- Dosis de arcilla al 50% de c/dosis del coagulante = 5, 17.5, 30, 42.5, 55g
- Tiempo = 10, 20 y 30 min
- Agitación = 25 rpm

En el fisicoquímico: se realizará el proceso Fisicoquímico Oxidación Avanzada – Proceso fenton: mediante el uso de un catalizador como el Sulfato Ferroso (FeSO₄) y el oxidante Peróxido de Hidrogeno (H₂O₂).

Los parámetros a usar fueron:

- * concentración de peróxido de hidrogeno (oxidante)
- * dosis del oxidante= 1 ml, 5 ml, 10 ml, 15 ml, 20 ml
- * concentración de sulfato ferroso (catalizador)
- * dosis del catalizador= 5 ml
- * tratamientos en tiempos de 5, 10, 15, 20 minutos
- * una prueba inicial y 3 repeticiones



3.6. Método de análisis de datos

Las tablas y gráficos generados a partir del análisis basado en los objetivos de este estudio se utilizarán para mostrar los datos recogidos de la observación para la evaluación de la eficacia de los procesos físico-químicos y biológicos en el tratamiento de los lixiviados de un vertedero.

Se utilizó el programa SPSS para la comprobación de hipótesis con un nivel de confianza de 0,05 y la prueba ANOVA con un nivel de significancia de 0.05.

Las tablas de los datos obtenidos en resultados se generaron mediante el programa Excel 2016.

También, los datos de la caracterización fisicoquímica de la muestra original y los recogidos al término del experimento se procesaron con el programa informático SPSS, y se compararon con los valores del LMP.

3.7. Aspectos éticos

Las preocupaciones éticas se prepararon desde el principio hasta el final del estudio, desde la evaluación del proyecto de investigación hasta el derecho del autor a ser reconocido en la bibliografía, pasando por la previsión de futuras dificultades éticas y dilemas morales. Ante ello se consideraron los siguientes aspectos éticos:

La investigación de este informe se construyó utilizando fuentes fiables, cada una de las cuales tenía sus derechos de propiedad intelectual respetando los derechos de propiedad intelectual de cada fuente mediante las debidas citas de acuerdo con la Norma ISO 690.

IV. RESULTADOS

Las muestras de lixiviados del botadero fueron analizadas con el fin de observar las concentraciones iniciales de los parámetros (pH, T°, DBO, DQO, SST, Turbidez y Pb) antes de aplicar los tratamientos, dicha caracterización fue mediante un muestreo siguiendo el protocolo de monitoreo, para lo cual se ubicó una estación codificada como M-1 dentro del botadero

4.1. Caracterización del Lixiviado: Como primer procedimiento se realizará la caracterización del lixiviado, antes de iniciar el proceso de tratamiento, mediante un muestreo siguiendo el protocolo de monitoreo, para lo cual se ubicó una estación codificada como M-1 dentro del botadero tal como se muestra en la siguiente tabla (n°2), la muestra de lixiviado analizada denota valores en sus parámetros que superan los Límites Máximos Permisibles (Lmp) de Efluentes de Infraestructuras de Residuos Sólidos (Decreto Supremo N° - 2009 – MINAM).

Tabla 2. Caracterización de lixiviados

MUESTRA	T (°C)	pH	DQO (mg/L)	DBO (mg/L)	ST (mg/l)	TURBIDEZ (NTU)	Plomo Total (mg/l)
M-1	21	7.4	5315	858	3135	1109	1.42
LMP		6.5 – 8.5	120	20	30	3400	0.5

T: Temperatura

pH: Potencial de Hidrógenos DBO:

Demanda Bioquímica de Oxígeno

DQO: Demanda Química de Oxígeno

SST: Sólidos Totales

Pb: Plomo

*LMP: D.S N° - 2009 – MINAM

4.2. Tratamiento Fisicoquímico: Este primer tratamiento fue realizado por el Proceso Fisicoquímico de Oxidación Avanzada – Proceso fenton, en el cual se utilizó como catalizador al Sulfato Ferroso (FeSO₄) con una dosis de 5 ml y oxidante Peróxido de Hidrogeno (H₂O₂) con diferentes dosis de 1, 5, 10, 15 y 20 ml, así mismo la toma de muestras y análisis se dieron en tiempos de 30, 60 y 120 minutos, considerando una muestra de 1000 ml de lixiviado para el tratamiento, una corrida inicial con 3 repeticiones.

En las siguientes tablas 3, 4 y 5 se detallan los valores del parámetro Potencial de Hidrogeno (pH), obtenidos en diferentes tiempos de tratamiento 30, 60 y 120 minutos respectivamente.

Tabla 3. Análisis de pH a 30 minutos

TIEMPO	30 minutos				
TRATAMIENTOS					
Dosis Oxidante H ₂ O ₂ (mL)	1	5	10	15	20
Corrida Inicial (pH)	7.2	7.5	6.8	7.0	7.5
REPETICIONES					
1	7.3	7.4	6.9	6.9	7.5
2	7.1	7.5	6.9	7.1	7.6
3	7.2	7.5	6.8	7.1	7.4
PROMEDIO	7.3	7.5	6.9	7.0	7.5

Tabla 4. Análisis de pH a 60 minutos

TIEMPO	60 minutos				
TRATAMIENTOS					
Dosis H ₂ O ₂ (mL)	1	5	10	15	20
Corrida Inicial (pH)	7.5	6.8	6.2	5.7	5.3
REPETICIONES					
1	7.4	6.9	6.1	5.8	5.4
2	7.4	6.7	6.0	5.7	5.4
3	7.5	6.9	6.1	5.8	5.5
PROMEDIO	7.5	6.8	6.1	5.8	5.4

Tabla 5. Análisis de pH a 120 minutos

TIEMPO	120 minutos				
TRATAMIENTOS					
Dosis H ₂ O ₂ (mL)	1	5	10	15	20
Corrida Inicial (pH)	7.6	7.4	6.6	6.1	5.3

REPETICIONES					
1	7.8	7.3	6.7	6.0	5.3
2	7.9	7.1	6.6	6.1	5.4
3	7.8	7.3	6.7	6.0	5.3
PROMEDIO	7.8	7.3	6.7	6.1	5.3

Tal como se observa en las tablas anteriores el valor de pH se mantuvo en un rango de 5 a 7, siendo valores estables y permitidos según ley.

A continuación, En las siguientes tablas 6, 7 y 8 se muestran los valores del parámetro Demanda Química de Oxígeno (DQO), obtenidos en diferentes tiempos de tratamiento 30, 60 y 120 minutos respectivamente.

Tabla 6. Análisis de DQO a 30 minutos

TIEMPO	30 minutos				
TRATAMIENTOS					
Dosis H ₂ O ₂ (mL)	1	5	10	15	20
Corrida Inicial (mg/l)	5 101	4 720	2 203	1 408	1 095
REPETICIONES					
1	5 080	4 629	2 200	1 406	1 080
2	4 880	4 605	2 195	1 495	1 005
3	5 020	4 701	2 210	1 470	990
PROMEDIO	5 020	4 664	2 352	1 445	1 043

Tabla 7. Análisis de DQO a 60 minutos

TIEMPO	60 minutos				
TRATAMIENTOS					
Dosis H ₂ O ₂ (mL)	1	5	10	15	20
Corrida Inicial (mg/l)	4 140	3 099	1 003	690	598
REPETICIONES					
1	4 184	3 049	1 013	685	580
2	4 080	3 157	1 035	667	569

3	4 122	3 020	1 002	683	590
PROMEDIO	4 132	3 081	1 013	681	584

Tabla 8. Análisis de DQO a 120 minutos

TIEMPO	120 minutos				
RATAMIENTOS					
Dosis H ₂ O ₂ (mL)	1	5	10	15	20
Corrida Inicial (mg/l)	3 102	2 721	745	478	396
REPETICIONES					
1	3 108	2 679	730	458	388
2	3 890	2 655	759	460	405
3	3 122	2 701	760	425	320
PROMEDIO	3 306	2 689	749	455	377

En las tablas anteriores podemos visualizar un como los valores del parámetro DQO van disminuyendo a medida que se aumenta la dosis de oxidante Peróxido de Hidrogeno (H₂O₂), así mismo es notorio que el factor “tiempo” influye positivamente en la reducción del contaminante, puesto que en un transcurso de 120 minutos el valor de DQO disminuyo hasta 377 mg/L en relación a su valor inicial 5315 mg/L.

Ahora bien, en las siguientes tablas 9, 10 y 11 observaremos los valores de concentración del parámetro Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), obtenidos en diferentes tiempos de tratamiento 30, 60 y 120 minutos respectivamente.

Tabla 9. Análisis de DBO a 30 minutos

TIEMPO	30 minutos				
TRATAMIENTOS					
Dosis H ₂ O ₂ (mL)	1	5	10	15	20
Corrida Inicial (mg/l)	710	625	465	485	330
REPETICIONES					
1	730	610	455	490	325
2	705	625	465	401	331

3	728	615	472	373	316
PROMEDIO	718	619	464	437	326

Tabla 10. Análisis de DBO a 60 minutos

TIEMPO	60 minutos				
TRATAMIENTOS					
Dosis H ₂ O ₂ (mL)	1	5	10	15	20
Corrida Inicial (mg/l)	640	520	460	365	270
REPETICIONES					
1	645	505	450	373	263
2	670	520	460	361	266
3	643	510	467	368	260
PROMEDIO	650	514	459	367	265

Tabla 11. Análisis de DBO a 120 minutos

TIEMPO	120 minutos				
RATAMIENTOS					
Dosis H ₂ O ₂ (mL)	1	5	10	15	20
Corrida Inicial (mg/l)	625	520	260	125	199
REPETICIONES					
1	645	505	250	133	205
2	570	520	260	111	201
3	643	510	267	118	200
PROMEDIO	621	514	259	122	201

Los análisis realizados para el parámetro DBO, tal como se muestra en las tablas anteriores, las concentraciones van disminuyendo a medida que se aumenta la dosis de oxidante Peróxido de Hidrogeno (H₂O₂), así mismo influye positivamente el tiempo de tratamiento ya que a mayor tiempo mayor remoción obteniendo hasta un valor de 201 mg/L en referencia al valor inicial.

Seguidamente, se muestra los análisis realizados para el parámetro de Sólidos Totales (ST), con las mismas condiciones de tratamiento, tal como se describen en las siguientes tablas 12, 13 y 14.

Tabla 12. Análisis de ST a 30 minutos

TIEMPO	30 minutos				
TRATAMIENTOS					
Dosis H ₂ O ₂ (mL)	1	5	10	15	20
Corrida Inicial (mg/l)	2065	1852	1042	735	618
REPETICIONES					
1	2092	1748	1038	734	615
2	2058	1847	1043	726	611
3	2087	1753	1036	715	613
PROMEDIO	2076	1800	1040	728	614

Tabla 13. Análisis de ST a 60 minutos

TIEMPO	60 minutos				
TRATAMIENTOS					
Dosis H ₂ O ₂ (mL)	1	5	10	15	20
Corrida Inicial (mg/l)	2070	1747	1037	631	513
REPETICIONES					
1	2057	1643	1033	630	508
2	2070	1642	1038	619	513
3	2098	1648	1031	613	506
PROMEDIO	2074	1670	1035	623	510

Tabla 14. Análisis de ST a 120 minutos

TIEMPO	120 minutos				
TRATAMIENTOS					
Dosis H ₂ O ₂ (mL)	1	5	10	15	20
Corrida Inicial (mg/l)	1837	727	450	403	280
REPETICIONES					

1	1833	723	439	400	230
2	1832	728	451	384	204
3	1838	721	440	363	163
PROMEDIO	1835	725	445	387	219

Al igual que los parámetros anteriores para ST, tal como se muestra en las tablas anteriores, las concentraciones van disminuyendo a medida que se aumenta la dosis de oxidante Peróxido de Hidrogeno (H₂O₂), así mismo influye positivamente el tiempo de tratamiento ya que a mayor tiempo mayor remoción obteniendo hasta un valor de 219 mg/L en referencia al valor inicial.

Seguidamente, se muestra los análisis realizados para el parámetro de Turbidez, con las mismas condiciones de tratamiento, tal como se describen en las siguientes tablas 15, 16 y 17.

Tabla 15. Análisis de turbidez a 30 minutos

TIEMPO	30 minutos				
TRATAMIENTOS					
Dosis H ₂ O ₂ (mL)	1	5	10	15	20
Corrida Inicial (NTU)	1090	826	440	212	118
REPETICIONES					
1	1072	858	436	214	124
2	1038	837	441	226	139
3	1017	838	434	231	154
PROMEDIO	1054	840	438	221	134

Tabla 16. Análisis de turbidez a 60 minutos

TIEMPO	60 minutos				
TRATAMIENTOS					
Dosis H ₂ O ₂ (mL)	1	5	10	15	20
Corrida Inicial (NTU)	750	602	252	115	40
REPETICIONES					
1	772	608	248	118	41

2	768	607	253	122	40
3	777	603	246	115	49
PROMEDIO	767	605	250	118	43

Tabla 17. Análisis de turbidez a 120 minutos

TIEMPO	120 minutos				
TRATAMIENTOS					
Dosis H ₂ O ₂ (mL)	1	5	10	15	20
Corrida Inicial (NTU)	660	575	252	120	45
REPETICIONES					
1	682	568	278	129	59
2	678	563	263	121	58
3	687	573	246	120	35
PROMEDIO	677	570	260	123	49

Tal como se visualiza en las tablas anteriores, las concentraciones del parámetro turbidez van disminuyendo a medida que se aumenta la dosis de oxidante Peróxido de Hidrogeno (H₂O₂), y el tiempo de tratamiento obteniendo hasta un valor de 49 NTU en referencia al valor inicial.

Por último, analizamos las concentraciones en cada tratamiento de metal Plomo Total (Pb), con las mismas condiciones de tratamiento fisicoquímico, obteniendo los siguientes resultados descritos en las tablas 18,19 y 20.

Tabla 18. Análisis de plomo total a 30 minutos

TIEMPO	30 minutos				
TRATAMIENTOS					
TRATAMIENTOS	1	5	10	15	20
Corrida Inicial (mg/L)	1.40	1.35	1.08	0.70	0.50
REPETICIONES					
1	1.45	1.21	0.95	0.67	0.47
2	1.31	1.12	0.89	0.58	0.44
3	1.19	1.01	0.72	0.51	0.39

PROMEDIO	1.34	1.17	0.91	0.62	0.45
-----------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

Tabla 19. Análisis de plomo total a 60 minutos

TIEMPO	60 minutos				
TRATAMIENTOS					
Dosis H ₂ O ₂ (mL)	1	5	10	15	20
Corrida Inicial (mg/L)	1.18	0.93	0.69	0.45	0.21
REPETICIONES					
1	1.15	0.85	0.61	0.36	0.19
2	1.11	0.79	0.55	0.29	0.14
3	1.03	0.70	0.50	0.20	0.09
PROMEDIO	1.12	0.82	0.59	0.33	0.16

Tabla 20. Análisis de plomo total a 120 minutos

TIEMPO	120 minutos				
TRATAMIENTOS					
Dosis H ₂ O ₂ (mL)	1	5	10	15	20
Corrida Inicial (mg/L)	1.10	0.80	0.53	0.33	0.10
REPETICIONES					
1	1.00	0.71	0.47	0.29	0.01
2	0.91	0.60	0.40	0.19	0.00
3	0.82	0.55	0.36	0.12	0.02
PROMEDIO	0.96	0.67	0.44	0.23	0.03

Finalmente observamos en las tablas anteriores, que las concentraciones del metal plomo disminuye eficientemente a medida que se aumenta la dosis de oxidante Peróxido de Hidrogeno (H₂O₂), y el tiempo de tratamiento obteniendo hasta un valor promedio de 0.03 mg/L con referencia al valor inicial.

4.3. TRATAMIENTO BIOLÓGICO: Uso de coagulante natural en base de almidón de plátano y arcilla. Para el segundo tratamiento el proceso biológico consistió en aplicar un coagulante natural en base elaborado en base a dos productos almidón de plátano con dosis de 10, 35, 60, 85 y 110 gramos y arcilla al 50% del almidón de plátano es decir dosis de 5, 17.5,

30, 42.5 y 55 gramos respectivamente. Los tiempos utilizados para la toma de muestras y análisis fueron al cabo de 30, 60 y 120 minutos, considerando una muestra de 1000 ml de lixiviado para cada dosis y una corrida inicial con 3 repeticiones. EL método utilizado fue de jarras llevadas cada muestra a una velocidad de agitación de 250 rpm.

Tal como se visualiza en las siguientes tablas 21, 22, 23 el análisis del parámetro DQO, fue disminuyendo a medida que se aumentó el tiempo de tratamiento y las dosis del coagulante, obteniendo mejor resultado en un tiempo de 120 minutos y dosis de 110 gramos de almidón de plátano.

Tabla 21. Análisis de DQO a 30 minutos

MUESTRA	TIEMPO (30 MIN)				
Dosis almidón de plátano (g)	10	35	60	85	110
Dosis Arcilla al 50%	5 g	17.5 g	30 g	42.5 g	55 g
Corrida Inicial (mg/L)	5205	4115	3980	2801	1755
REPETICIONES					
1	5160	4100	3901	2789	1699
2	5132	3985	3815	2710	1640
3	5101	3990	3759	2675	1615
PROMEDIO	5150	4048	3864	2744	1677

Tabla 22. Análisis de DQO a 60 minutos

MUESTRA	TIEMPO (60 MIN)				
Dosis almidón de plátano (g)	10	35	60	85	110
Dosis Arcilla al 50%	5 g	17.5 g	30 g	42.5 g	55 g
Corrida Inicial (mg/L)	1660	1499	1295	1150	994
REPETICIONES					
1	1605	1445	1205	1126	950
2	1545	1410	1187	1102	908
3	1511	1392	1152	1055	882
PROMEDIO	1580	1437	1210	1108	934

Tabla 23. Análisis de DQO a 120 minutos

MUESTRA	TIEMPO (120 MIN)				
Dosis almidón de plátano (g)	10	35	60	85	110
Dosis Arcilla al 50%	5 g	17.5 g	30 g	42.5 g	55 g
Corrida Inicial (mg/L)	815	745	650	535	385
REPETICIONES					
1	810	702	611	508	401
2	781	682	569	467	370
3	735	624	523	415	355
PROMEDIO	785	688	588	538	378

Por otro lado, en el análisis del parámetro DBO, la concentración final fue relevante ante la concentración inicial ya que se tuvo una reducción considerable, teniendo en cuenta el aumento en el tiempo de tratamiento y las dosis del coagulante, obteniendo mejor resultado en un tiempo de 120 minutos y dosis de 110 gramos de almidón de plátano. Tal como se visualiza en las siguientes tablas 24, 25, 26.

Tabla 24. Análisis de DBO a 30 minutos

MUESTRA	TIEMPO (30 MIN)				
Dosis almidón de plátano (g)	10	35	60	85	110
Dosis Arcilla al 50%	5 g	17.5 g	30 g	42.5 g	55 g
Corrida Inicial (mg/L)	835	814	795	754	725
REPETICIONES					
1	837	808	779	731	711
2	829	791	782	718	684
3	819	775	753	709	641
PROMEDIO	830	797	777	728	690

Tabla 25. Análisis de DBO a 60 minutos

MUESTRA	TIEMPO (60 MIN)
----------------	------------------------

Dosis almidón de plátano (g)	10	35	60	85	110
Dosis Arcilla al 50%	5 g	17.5 g	30 g	42.5 g	55 g
Corrida Inicial (mg/L)	695	639	613	570	530
REPETICIONES					
1	635	617	591	546	517
2	624	600	563	521	489
3	614	586	525	509	443
PROMEDIO	642	611	573	537	495

Tabla 26. Análisis de DBO a 120 minutos

MUESTRA	TIEMPO (120 MIN)				
Dosis almidón de plátano (g)	10	35	60	85	110
Dosis Arcilla al 50%	5 g	17.5 g	30 g	42.5 g	55 g
Corrida Inicial (mg/L)	498	480	424	374	338
REPETICIONES					
1	482	437	404	381	301
2	470	412	379	321	251
3	475	382	341	287	217
PROMEDIO	481	428	387	341	277

En cuanto, al parámetro de Sólidos Suspendidos, al igual que los parámetros anteriores la concentración final fue relevante ante la concentración inicial ya que se tuvo una reducción considerable, tal como se muestra en las siguientes tablas 27, 28 y 29.

Tabla 27. Análisis de sólidos suspendidos a 30 minutos

MUESTRA	TIEMPO (30 MIN)				
Dosis almidón de plátano (g)	10	35	60	85	110
Dosis Arcilla al 50%	5 g	17.5 g	30 g	42.5 g	55 g
Corrida Inicial (mg/L)	3130	2685	2318	2090	1740
REPETICIONES					

1	3005	2535	2235	1995	1645
2	2855	2401	2179	1802	1530
3	2680	2321	2090	1738	1398
PROMEDIO	2918	2486	2206	1906	1578

Tabla 28. Análisis de solidos suspendidos a 60 minutos

MUESTRA	TIEMPO (60 MIN)				
Dosis almidón de plátano (g)	10	35	60	85	110
Dosis Arcilla al 50%	5 g	17.5 g	30 g	42.5 g	55 g
Corrida Inicial (mg/L)	1399	1245	1100	900	768
REPETICIONES					
1	1310	1201	1023	912	690
2	1273	1165	969	834	582
3	1245	1099	901	770	498
PROMEDIO	1307	1178	998	854	635

Tabla 29. Análisis de solidos suspendidos a 120 minutos

MUESTRA	TIEMPO (120 MIN)				
Dosis almidón de plátano (g)	10	35	60	85	110
Dosis Arcilla al 50%	5 g	17.5 g	30 g	42.5 g	55 g
Corrida Inicial (mg/L)	500	305	155	70	20
REPETICIONES					
1	421	265	112	44	32
2	369	208	94	38	18
3	304	158	72	17	10
PROMEDIO	399	234	108	42	20

Ahora bien, con el parámetro de turbidez se tuvo una clara reducción tanto en el análisis de observación como de concentración, tal cómo se observa en las siguientes tablas 30, 31 y 32.

Tabla 30. Análisis de turbidez a 30 minutos

MUESTRA	TIEMPO (30 MIN)
----------------	------------------------

Dosis almidón de plátano (g)	10	35	60	85	110
Dosis Arcilla al 50%	5 g	17.5 g	30 g	42.5 g	55 g
Corrida Inicial (NTU)	1110	1095	1090	1085	1092
REPETICIONES					
1	1101	1073	1098	1035	1073
2	1985	1061	1074	1009	1029
3	1951	1024	1052	989	1002
PROMEDIO	1537	1063	1079	1030	1049

Tabla 31. Análisis de turbidez a 60 minutos

MUESTRA	TIEMPO (60 MIN)				
Dosis almidón de plátano (g)	10	35	60	85	110
Dosis Arcilla al 50%	5 g	17.5 g	30 g	42.5 g	55 g
Corrida Inicial (NTU)	1090	1082	1070	1062	1055
REPETICIONES					
1	1068	1075	1083	1079	1032
2	1032	1064	1065	1048	1014
3	1002	1048	1058	1031	992
PROMEDIO	1048	1067	1069	1055	1023

Tabla 32. Análisis de turbidez a 120 minutos

MUESTRA	TIEMPO (120 MIN)				
Dosis almidón de plátano (g)	10	35	60	85	110
Dosis Arcilla al 50%	5 g	17.5 g	30 g	42.5 g	55 g
Corrida Inicial (NTU)	992	987	979	975	972
REPETICIONES					
1	978	990	972	967	961
2	985	978	965	960	949
3	972	967	958	955	935
PROMEDIO	982	981	969	964	954

Finalmente, los resultados obtenidos del análisis del plomo para este segundo tratamiento biológico, fue considerablemente exitoso, tal como se detalla en las

siguientes tablas 33, 34 y 35, dicho metal fue disminuyendo hasta lograr una concentración de 0.46 mg/L, con respecto a su valor inicial.

Tabla 33. Análisis de plomo a 30 minutos

MUESTRA	TIEMPO (30 MIN)				
Dosis almidón de plátano (g)	10	35	60	85	110
Dosis Arcilla al 50%	5 g	17.5 g	30 g	42.5 g	55 g
Corrida Inicial (mg/L)	1.40	1.32	1.30	1.25	1.19
REPETICIONES					
1	1.38	1.28	1.43	1.32	1.14
2	1.32	1.19	1.28	1.18	1.09
3	1.25	1.25	1.21	1.13	0.99
PROMEDIO	1.34	1.26	1.31	1.22	1.10

Tabla 34. Análisis de plomo a 60 minutos

MUESTRA	TIEMPO (60 MIN)				
Dosis almidón de plátano (g)	10	35	60	85	110
Dosis Arcilla al 50%	5 g	17.5 g	30 g	42.5 g	55 g
Corrida Inicial (mg/L)	1.00	1.05	0.98	0.80	0.79
REPETICIONES					
1	0.98	1.01	0.90	0.85	0.75
2	0.81	0.92	0.79	0.72	0.68
3	0.85	0.84	0.81	0.64	0.67
PROMEDIO	0.91	0.96	0.87	0.75	0.72

Tabla 35. Análisis de plomo a 120 minutos

Muestra	Tiempo (120 min)				
Dosis almidón de plátano (g)	10	35	60	85	110
Dosis arcilla al 50%	5 g	17.5 g	30 g	42.5 g	55 g
Corrida inicial (mg/l)	0.72	0.69	0.71	0.58	0.50
Repeticiones					

1	0.70	0.65	0.65	0.49	0.44
2	0.67	0.60	0.58	0.42	0.47
3	0.62	0.57	0.50	0.43	0.41
Promedio	0.68	0.63	0.61	0.48	0.46

4.4. Valores finales en proceso fenton: En respuesta al objetivo 2, en las siguientes tablas 36, 37, 38, 39, 40 y 41 se muestran los promedios finales en los valores obtenidos después del tratamiento fisicoquímico para los lixiviados de un botadero en San Juan de Lurigancho, concluyendo que se tuvo efecto eficaz en la disminución de la concentración de los parámetros de estudio, alcanzando valores por debajo del Límites Máximos Permisibles.

Tabla 36. Concentraciones finales de pH Proceso Fenton

Concentraciones Finales de Potencial de Hidrogeno					
Tratamiento	Dosis H₂O₂				
	1 ml	5 ml	10 ml	15 ml	20 ml
5'	7.60	7.00	6.50	5.80	5.90
10'	7.60	6.90	6.30	5.80	5.60
15'	7.50	6.80	6.10	5.80	5.40
20'	7.80	7.30	6.70	6.10	5.30

Tabla 37. Concentraciones finales de DQO Proceso Fenton

Concentraciones Finales de Demanda Química de Oxígeno					
Tratamiento	Dosis H₂O₂				
	1 ml	5 ml	10 ml	15 ml	20 ml
5'	5020.00	4664.00	2352.00	1445.00	1043.00
10'	4198.00	3570.00	1229.00	1014.00	736.00
15'	4132.00	3081.00	1013.00	681.00	584.00
20'	3306.00	2689.00	749.00	455.00	377.00

Tabla 38. Concentraciones finales de DBO Proceso Fenton

Concentraciones Finales de Demanda Bioquímica de Oxígeno					
Tratamiento	Dosis H₂O₂				
	1 ml	5 ml	10 ml	15 ml	20 ml
5'	718.00	619.00	464.00	437.00	326.00
10'	650.00	514.00	459.00	367.00	265.00
15'	620.00	522.00	359.00	222.00	217.00
20'	621.00	514.00	259.00	122.00	201.00

Tabla 39. Concentraciones finales de ST Proceso Fenton

Concentraciones Finales de Demanda Sólidos Totales					
Tratamiento	Dosis H₂O₂				
	1 ml	5 ml	10 ml	15 ml	20 ml
5'	2076.00	1800.00	1040.00	728.00	614.00
10'	2074.00	1670.00	1035.00	623.00	510.00
15'	2056.00	1540.00	830.00	526.00	426.00
20'	1835.00	725.00	445.00	387.00	219.00

Tabla 40. Concentraciones finales de Turbidez Proceso Fenton

Concentraciones de Finales Turbidez					
Tratamiento	Dosis H₂O₂				
	1 ml	5 ml	10 ml	15 ml	20 ml
5'	1054.00	840.00	438.00	221.00	134.00
10'	857.00	746.00	307.00	186.00	104.00
15'	767.00	605.00	250.00	118.00	43.00
20'	677.00	570.00	260.00	123.00	49.00

Tabla 41. Concentraciones finales de Pb Proceso Fenton

Concentraciones Finales Plomo Total					
Tratamiento	Dosis H₂O₂				
	1 ml	5 ml	10 ml	15 ml	20 ml

5'	1.34	1.17	0.91	0.62	0.45
10'	1.19	1.04	0.88	0.78	0.61
15'	1.12	0.82	0.59	0.33	0.16
20'	0.96	0.67	0.44	0.23	0.03

4.5. Valores finales en proceso biológico: los siguientes resultados descritos en las tablas 42, 43, 44, 45 y 46 se observa que el tratamiento biológico para los lixiviados de un botadero en San Juan de Lurigancho, tuvo efecto eficaz en la disminución de la concentración de los parámetros de estudio, alcanzo valores por debajo del Límites Máximos Permisibles.

Tabla 42. Concentraciones finales de DQO Proceso biológico

Concentraciones Finales de Demanda Química de Oxígeno					
Dosis Coagulante (g)	10	35	60	85	110
Dosis Arcilla al 50%	5 g	17.5 g	30 g	42.5 g	55 g
TIEMPO					
10'	5150.00	4048.00	3864.00	2744.00	1677.00
20'	1580.00	1437.00	1210.00	1108.00	934.00
30'	785.00	688.00	588.00	538.00	378.00

Tabla 43. Concentraciones finales de DBO Proceso biológico

Concentraciones finales de Demanda Bioquímica de Oxígeno					
Dosis Coagulante (g)	10	35	60	85	110
Dosis Arcilla al 50%	5 g	17.5 g	30 g	42.5 g	55 g
TIEMPO					
10'	830.00	797.00	777.00	728.00	690.00
20'	642.00	611.00	573.00	537.00	495.00
30'	481.00	428.00	387.00	341.00	277.00

Tabla 44. Concentraciones finales de ST Proceso biológico

Concentraciones Finales de Solidos Suspendidos					
Dosis Coagulante (g)	10	35	60	85	110
Dosis Arcilla al 50%	5 g	17.5 g	30 g	42.5 g	55 g
TIEMPO					

10'	2918.00	2486.00	2206.00	1906.00	1578.00
20'	1307.00	1178.00	998.00	854.00	635.00
30'	399.00	234.00	108.00	42.00	20.00

Tabla 45. Concentraciones finales de Turbidez Proceso biológico

Concentraciones finales de turbidez					
Dosis Coagulante (g)	10	35	60	85	110
Dosis Arcilla al 50%	5 g	17.5 g	30 g	42.5 g	55 g
TIEMPO					
10'	1537.00	1063.00	1079.00	1030.00	1049.00
20'	1048.00	1067.00	1069.00	1055.00	1023.00
30'	982.00	981.00	969.00	964.00	954.00

Tabla 46. Concentraciones finales de Pb Proceso biológico

Concentraciones Finales de Plomo					
Dosis Coagulante (g)	10	35	60	85	110
Dosis Arcilla al 50%	5 g	17.5 g	30 g	42.5 g	55 g
TIEMPO					
10'	1.34	1.26	1.31	1.22	1.10
20'	0.91	0.96	0.87	0.75	0.72
30'	0.68	0.63	0.61	0.48	0.46

En respuesta al objetivo 3, a continuación, en la tabla 47, se describe las especificaciones técnicas, físicas y químicas en las que se dieron mejores resultados tanto para tratamiento fenton como para biológico.

Tabla 47. Especificaciones técnicas, físicas y químicas

TRATAMIENTO	BIOLOGICO	FISICOQUIMICO
Proceso	Coagulación	Oxidación Avanzada – Proceso fenton
Muestra	• Lixiviado de botadero	• Lixiviado de botadero
Volumen de muestra	• 1000 ml	• 1000 ml
Materia prima	• Almidón de plátano • Arcilla	-

Insumos químicos	-	<ul style="list-style-type: none"> • Sulfato ferroso • Peróxido de hidrogeno
Dosis	<ul style="list-style-type: none"> • 110 gramos de almidón de plátano • 55 gramos de Arcilla 	<ul style="list-style-type: none"> • 5 ml de Sulfato ferroso • 20 ml de Peróxido de hidrogeno
Tiempo	• 20 minutos	• 30 minutos
Método	• Jarras	• Jarras
Velocidad de agitación	• 250 rpm	• 250 rpm

Tal como se visualiza en la tabla anterior las especificaciones técnicas físicas y químicas de los tratamientos tanto fisicoquímico como biológico son las aptas para tratar los parámetros de estudio y que estos estén dentro de los LMP. Tal como se describe en el tratamiento biológico con un proceso de coagulación a una muestra de 1000 ml de lixiviado del botadero se utilizó 110 gramos de almidón de plátano con 55 gramos de arcilla, sometido a un tiempo de 20 minutos dentro del floculador y con una agitación de 250, del mismo modo para el tratamiento fisicoquímico con un proceso de oxidación avanzada - proceso fenton se realizó el tratamiento de 1000 ml de lixiviado utilizando como catalizador 5 ml de sulfato ferroso y oxidante 20 ml de peróxido de hidrogeno al método de jarras durante 30 minutos a 250 rpm.

Estadísticos:

Tabla 48. Comparación del efecto de la dosis y tiempo sobre el PH

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tiempo	8,46	2	4,23	21,68	,000
Dosis	17,29	4	4,32	22,15	,000
Error	10,34	53	,20		
Total	36,09	59			
a. R al cuadrado = ,713 (R al cuadrado ajustada = ,681)					

Interpretación: Mediante la prueba ANOVA se determinó un efecto significativo del tiempo (Sig=0.000 menor que 0.05) y dosis (Sig=0.000 menor que 0.05) sobre la concentración del PH.

Tabla 49. Prueba de Tukey para comparar del efecto del tiempo sobre valor medio del PH

Tiempo	N	Subconjunto
--------	---	-------------

		1	2
60	20	6,3050	
120	20	6,6150	
30	20		7,2100

Interpretación: Mediante la prueba de Tukey se determinó que el PH medio significativamente más bajo se encontró a los 60 y 120 minutos.

Figura 4. Valor medio de PH según tiempos de 30, 60 y 120 minutos

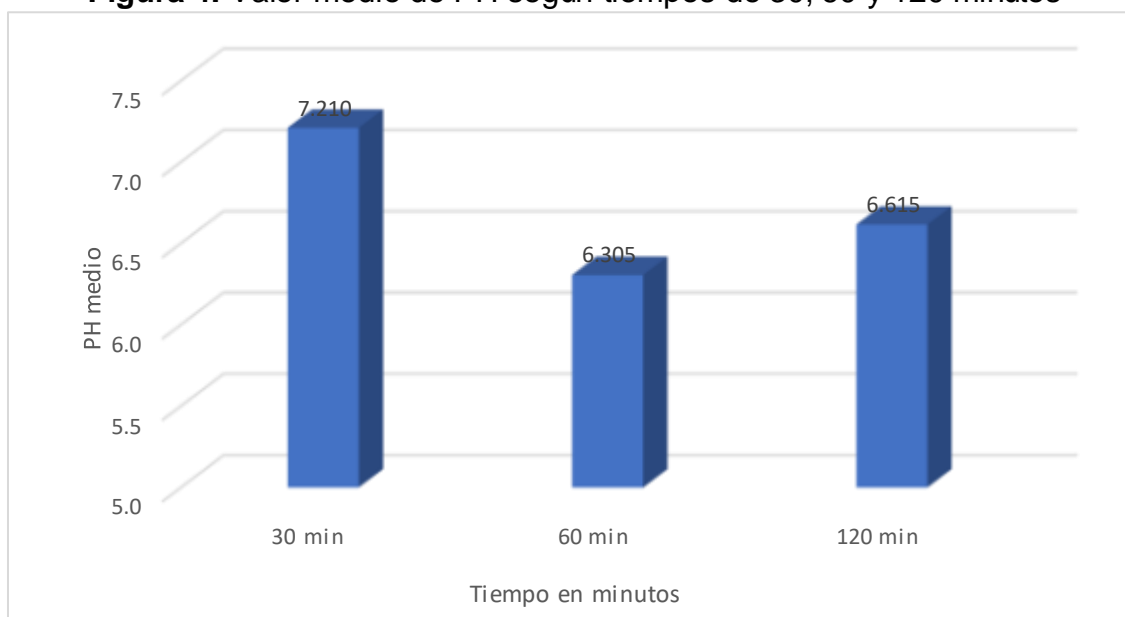


Tabla 50. Prueba de Tukey para comparar del efecto de la dosis sobre el valor medio del PH

Dosis Oxidante H ₂ O ₂ (mL)	N	Subconjunto	
		1	2
20	12	6,0750	
15	12	6,2750	
10	12	6,5333	
5	12		7,1917
1	12		7,4750

Interpretación: Mediante la prueba de Tukey se determinó que el PH medio significativamente más bajo se encontró a 10, 15 y 20 mL.

Figura 5. Valor medio de PH según dosis oxidante H₂O₂ (mL)

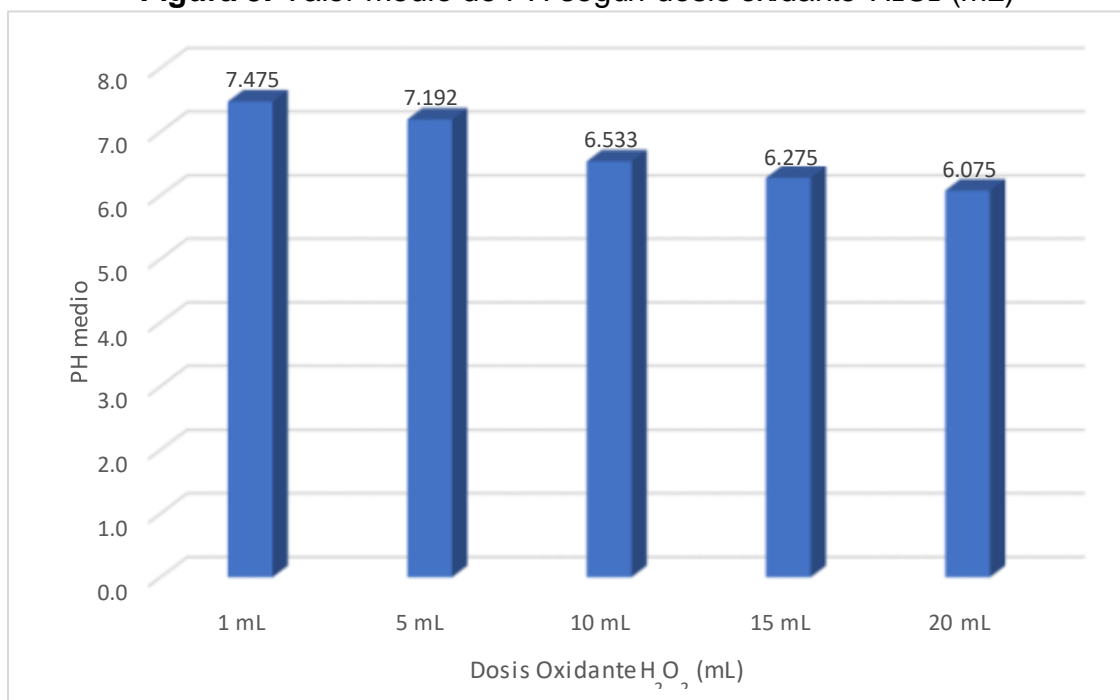


Tabla 51. Comparación del efecto de la dosis y tiempo sobre el DQO

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tiempo	19656518,43	2	9828259,22	154,15	,000
Dosis	123658334,90	4	30914583,73	484,88	,000
Error	3379161,650	53	63757,77		
Total	146694014,98	59			

a. R al cuadrado = ,977 (R al cuadrado ajustada = ,974)

Interpretación: Mediante la prueba ANOVA se determinó un efecto significativo del tiempo (Sig=0.000 menor que 0.05) y dosis (Sig=0.000 menor que 0.05) sobre el DQO.

Tabla 52. Prueba de Tukey para comparar del efecto del tiempo sobre valor medio del DQO

Tiempo	N	Subconjunto		
		1	2	3
120	20	1515,10		
60	20		1898,30	
30	20			2874,65

Interpretación: Mediante la prueba de Tukey se determinó que el DQO medio significativamente más bajo se encontró a los 120 minutos.

Figura 6. Valor medio de DQO según tiempos de 30, 60 y 120 minutos

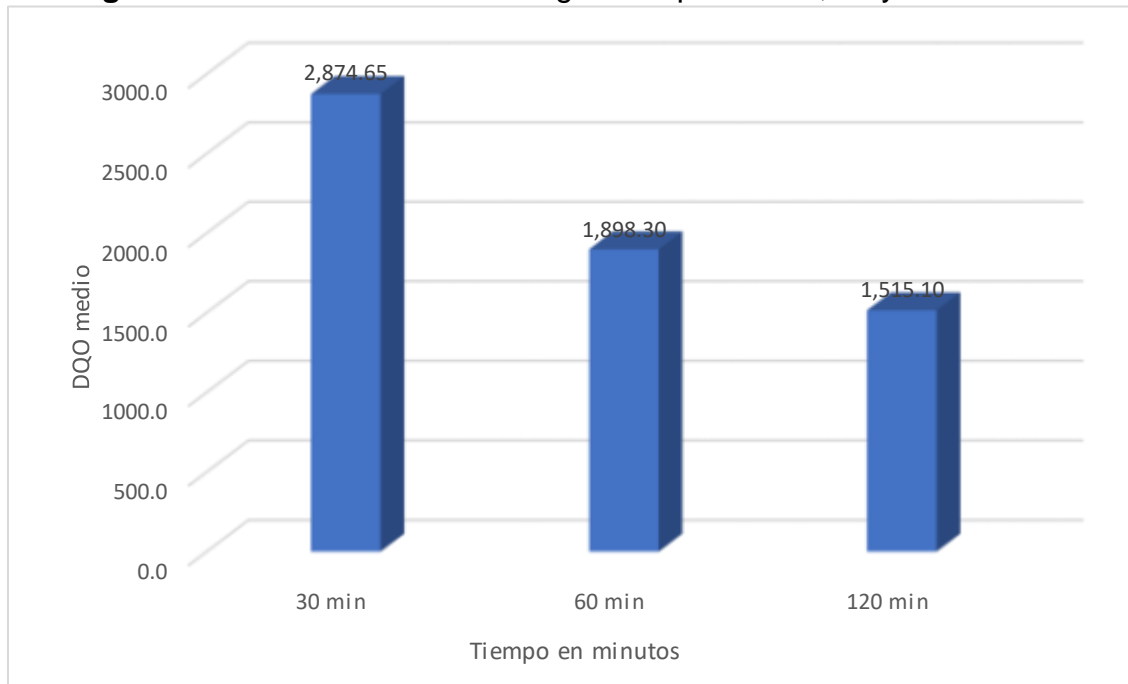


Tabla 53. Prueba de Tukey para comparar del efecto de la dosis sobre valor medio del DQO

Dosis Oxidante H ₂ O ₂ (mL)	N	Subconjunto			
		1	2	3	4
20	12	668,00			
15	12	860,42			
10	12		1321,25		
5	12			3478,00	
1	12				4152,42

Interpretación: Mediante la prueba de Tukey se determinó que el DQO medio significativamente más bajo se encontró a 15 y 20 mL.

Figura 7. Valor medio de DQO según dosis oxidante H₂O₂ (mL)

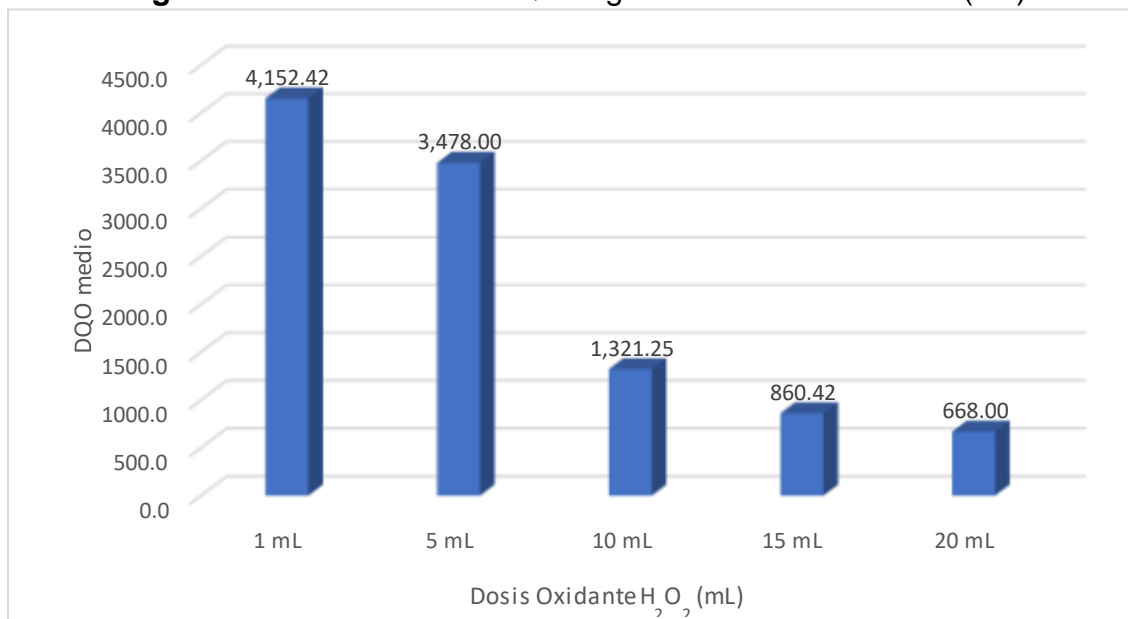


Tabla 54. Comparación del efecto de la dosis y tiempo sobre el DBO

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig .
Tiempo	294018,70	2	147009,35	59,09	,000
Dosis	1341416,90	4	335354,23	134,79	,000
Error	131860,05	53	2487,93		
Total	1767295,65	59			

a. R al cuadrado = ,925 (R al cuadrado ajustada = ,917)

Interpretación: Mediante la prueba ANOVA se determinó un efecto significativo del tiempo (Sig=0.000 menor que 0.05) y dosis (Sig=0.000 menor que 0.05) sobre el DBO.

Tabla 55. Prueba de Tukey para comparar del efecto del tiempo sobre valor medio del DBO

Tiempo	N	Subconjunto		
		1	2	3
120	20	343,35		
60	20		450,80	
30	20			512,80

Interpretación: Mediante la prueba de Tukey se determinó que el DBO medio significativamente más bajo se encontró a los 120 minutos.

Figura 8. Valor medio de DBO según tiempos de 30, 60 y 120 minutos

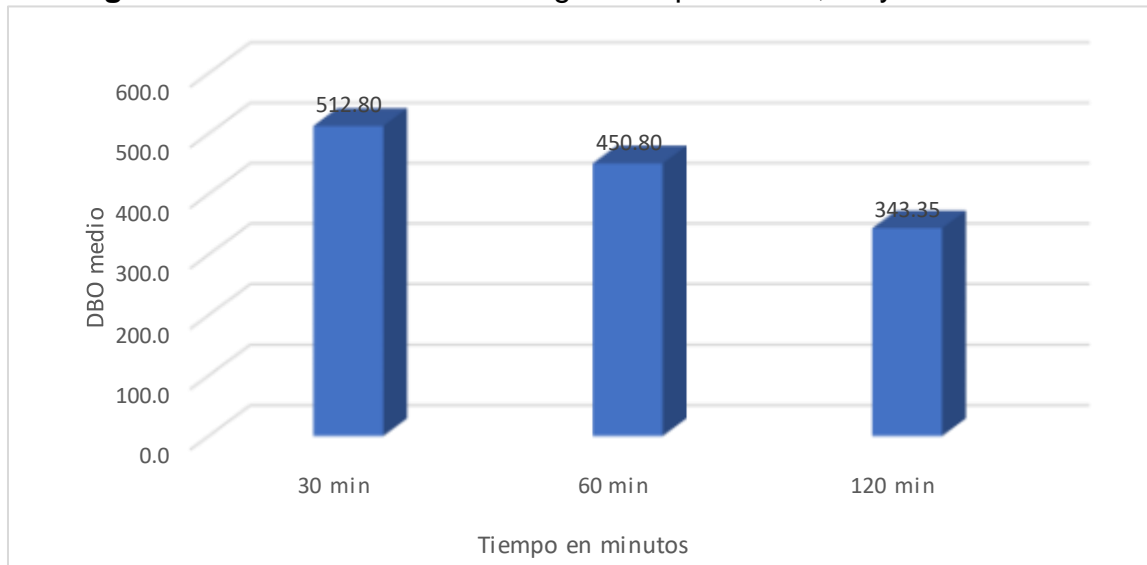


Tabla 56. Prueba de Tukey para comparar del efecto de la dosis sobre valor medio del DBO

Dosis Oxidante H ₂ O ₂ (mL)	N	Subconjunto			
		1	2	3	4
20	12	263,83			
15	12	308,58			
10	12		394,25		
5	12			548,75	
1	12				662,83

Interpretación: Mediante la prueba de Tukey se determinó que el DBO medio significativamente más bajo se encontró a 15 y 20 mL.

Figura 9. Valor medio de DBO según dosis oxidante H₂O₂ (mL)

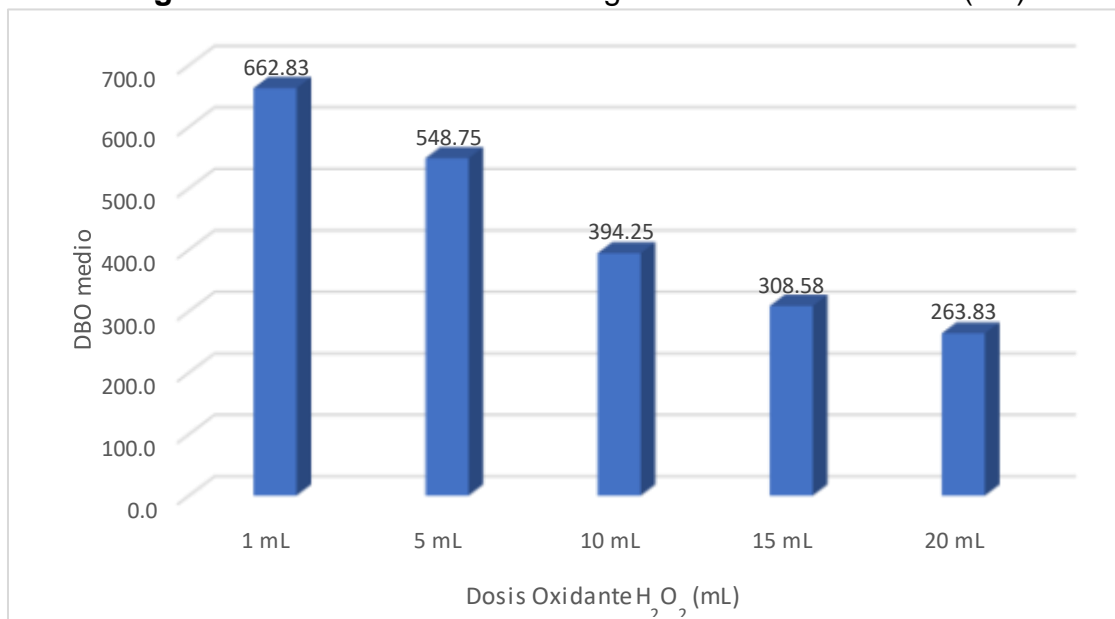


Tabla 57. Comparación del efecto de la dosis y tiempo sobre el ST

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tiempo	3309071,43	2	1654535,72	76,83	,000
Dosis	19704404,23	4	4926101,06	228,76	,000
Error	1141323,32	53	21534,40		
Total	24154798,98	59			

a. R al cuadrado = ,953 (R al cuadrado ajustada = ,947)

Interpretación: Mediante la prueba ANOVA se determinó un efecto significativo del tiempo (Sig=0.000 menor que 0.05) y dosis (Sig=0.000 menor que 0.05) sobre el ST.

Tabla 58. Prueba de Tukey para comparar del efecto del tiempo sobre valor medio del ST

Tiempo	N	Subconjunto	
		1	2
120	20	722,30	
60	20		1182,35
30	20		1251,40

Interpretación: Mediante la prueba de Tukey se determinó que el ST medio significativamente más bajo se encontró a los 120 minutos.

Figura 10. Valor medio de ST según tiempos de 30, 60 y 120 minutos

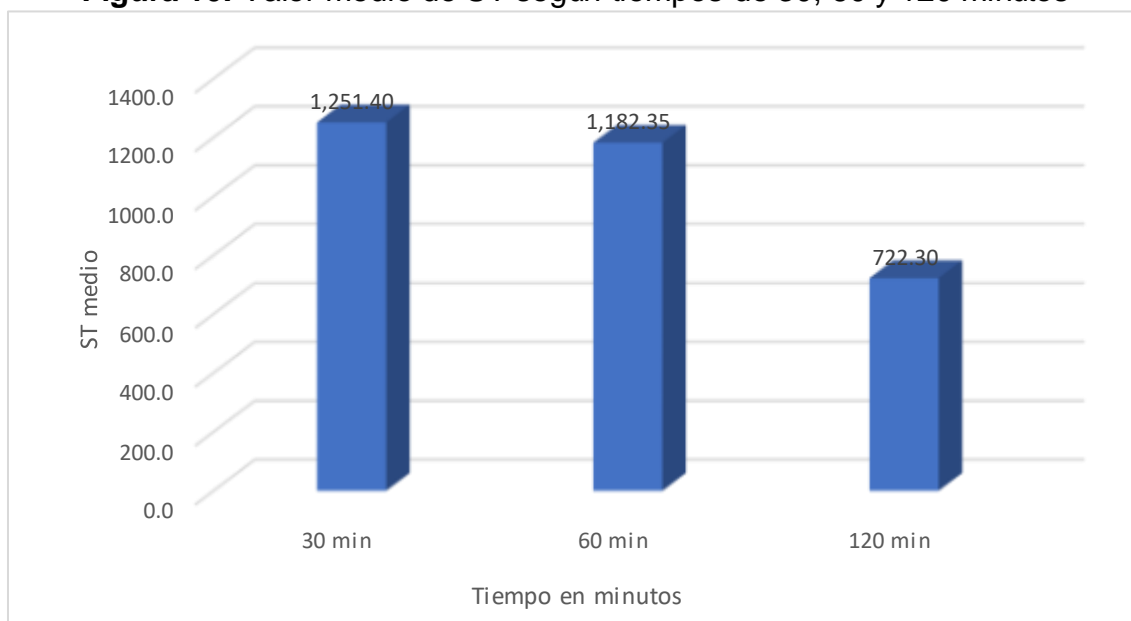


Tabla 59. Prueba de Tukey para comparar del efecto de la dosis sobre valor medio del ST

Dosis Oxidante H ₂ O ₂ (mL)	N	Subconjunto			
		1	2	3	4
20	12	447,83			
15	12	579,42			
10	12		839,83		
5	12			1398,25	
1	12				1994,75

Interpretación: Mediante la prueba de Tukey se determinó que el DQO medio significativamente más bajo se encontró a 15 y 20 mL.

Figura 11. Valor medio de ST según dosis oxidante H₂O₂ (mL)

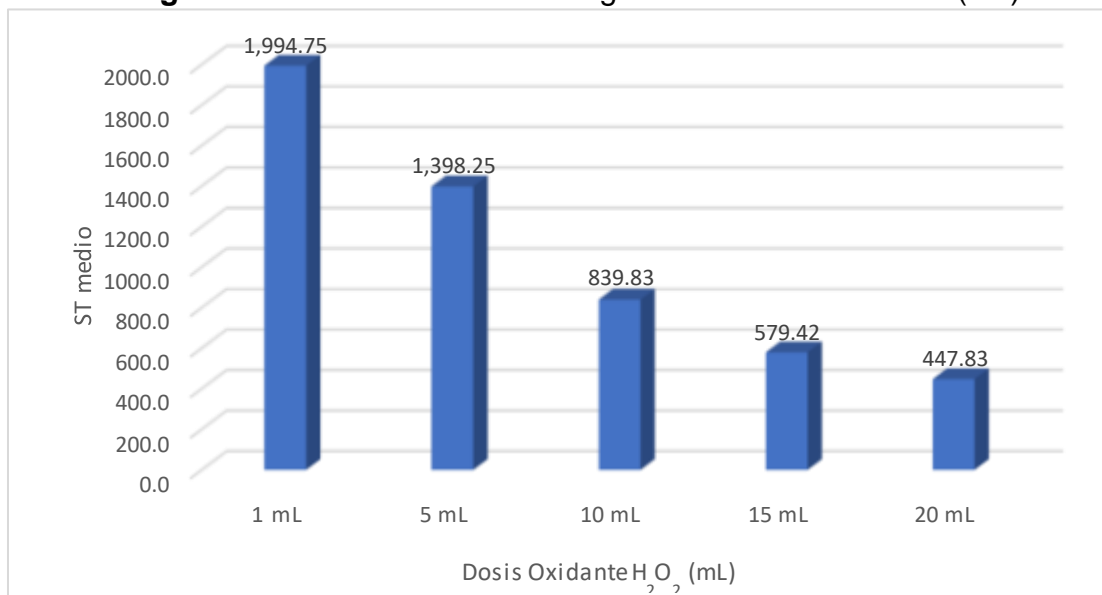


Tabla 60. Comparación del efecto de la dosis y tiempo sobre la turbidez

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tiempo	492227,43	2	246113,72	96,35	,000
Dosis	5204453,43	4	1301113,36	509,37	,000
Error	135381,32	53	2554,36		
Total	5832062,18	59			

a. R al cuadrado = ,977 (R al cuadrado ajustada = ,974)

Interpretación: Mediante la prueba ANOVA se determinó un efecto significativo del tiempo (Sig=0.000 menor que 0.05) y dosis (Sig=0.000 menor que 0.05) sobre la turbidez.

Tabla 61. Prueba de Tukey para comparar del efecto del tiempo sobre valor medio de la turbidez

Tiempo	N	Subconjunto	
		1	2
120	20	335,60	
60	20	356,30	
30	20		537,25

Interpretación: Mediante la prueba de Tukey se determinó que la turbidez media significativamente más bajo se encontró a los 60 y 120 minutos.

Figura 12. Valor medio de turbidez según tiempos de 30, 60 y 120 minutos

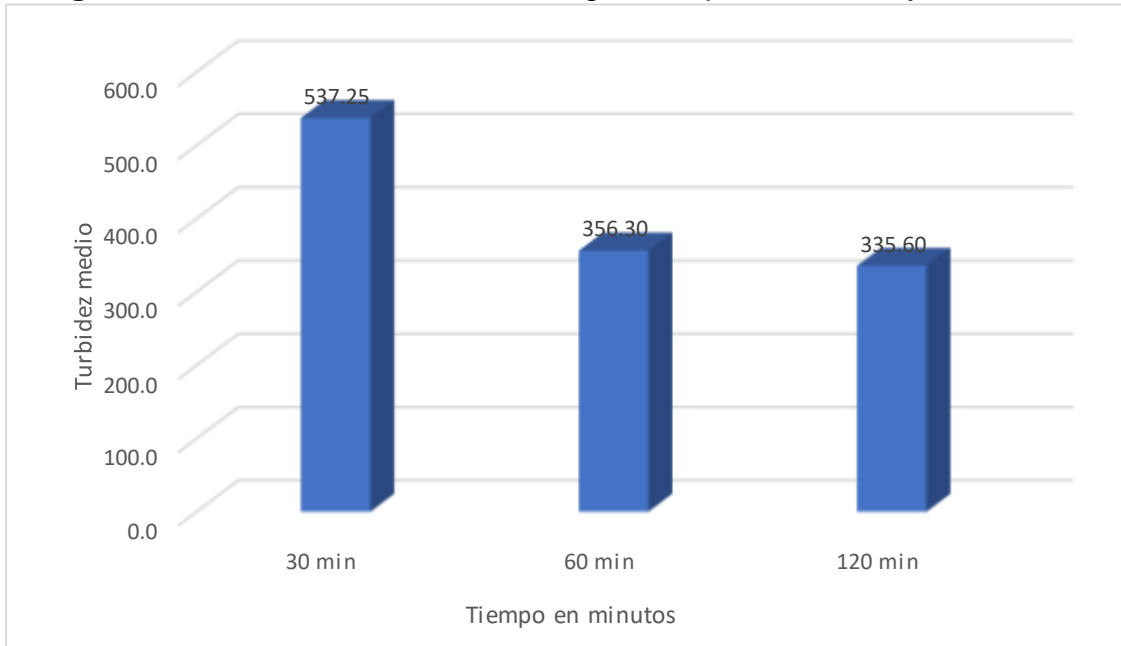


Tabla 62. Prueba de Tukey para comparar del efecto de la dosis sobre valor medio de la turbidez

Dosis Oxidante H ₂ O ₂ (mL)	N	Subconjunto				
		1	2	3	4	5
20	12	75,17				
15	12		153,58			
10	12			315,75		
5	12				671,50	
1	12					832,58

Interpretación: Mediante la prueba de Tukey se determinó que la turbidez media significativamente más bajo se encontró a 20 mL.

Figura 13. Valor medio de turbidez según dosis oxidante H₂O₂ (mL)

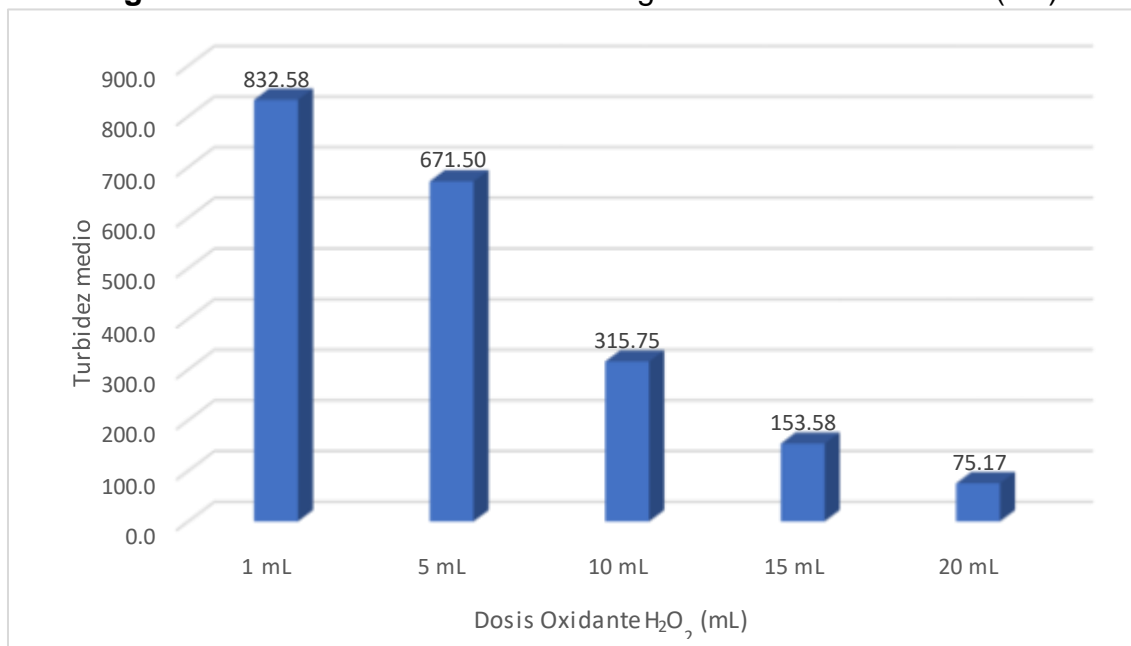


Tabla 63. Comparación del efecto de la dosis y tiempo sobre el plomo total

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tiempo	1,95	2	,97	110,72	,000
Dosis	6,61	4	1,65	187,81	,000
Error	,47	53	,01		
Total	9,02	59			

a. R al cuadrado = ,948 (R al cuadrado ajustada = ,942)

Interpretación: Mediante la prueba ANOVA se determinó un efecto significativo del tiempo (Sig=0.000 menor que 0.05) y dosis (Sig=0.000 menor que 0.05) sobre el plomo total.

Tabla 64. Prueba de Tukey para comparar del efecto del tiempo sobre valor medio del plomo total

Tiempo	N	Subconjunto		
		1	2	3
120	20	,4655		
60	20		,6010	
30	20			,8970

Interpretación: Mediante la prueba de Tukey se determinó que el plomo total medio significativamente más bajo se encontró a los 120 minutos.

Figura 14. Valor medio del plomo total según tiempos de 30, 60 y 120 minutos

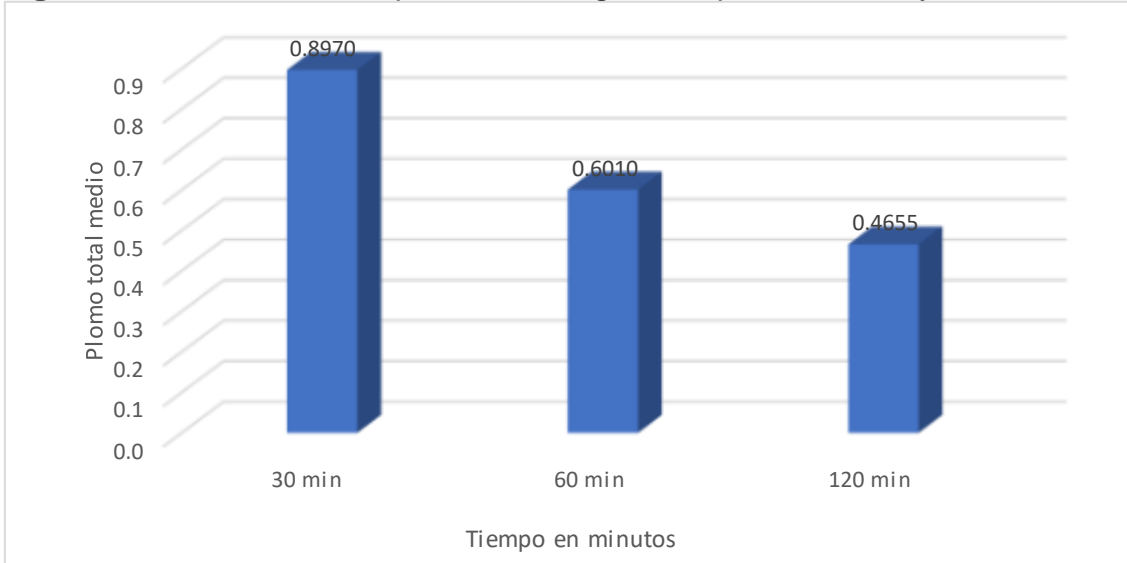
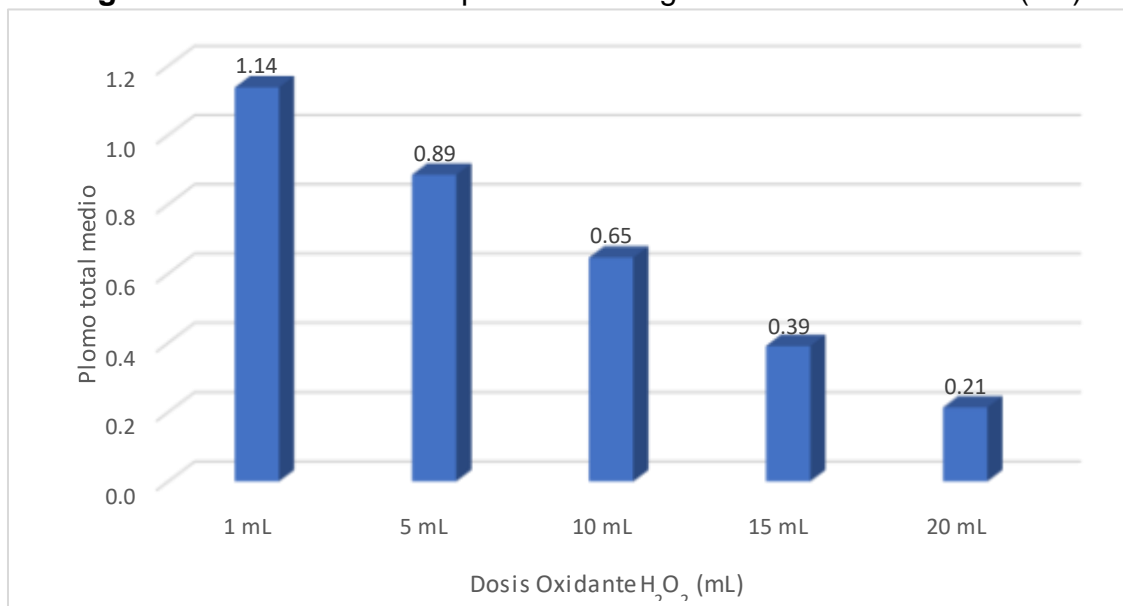


Tabla 65. Prueba de Tukey para comparar del efecto del tiempo sobre valor medio del plomo total

Dosis Oxidante H ₂ O ₂ (mL)	N	Subconjunto				
		1	2	3	4	5
20	12	,2133				
15	12		,3908			
10	12			,6458		
5	12				,8850	
1	12					1,1375

Interpretación: Mediante la prueba de Tukey se determinó que el plomo total medio significativamente más bajo se encontró a 20 mL.

Figura 15. Valor medio del plomo total según dosis oxidante H₂O₂ (mL)



• **PROCESOS BIOLÓGICO**

Tabla 66. Comparación del efecto del tiempo y dosis de almidón de plátano y arcilla sobre la DQO

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tiempo	93058949,20	2	46529474,60	179,730	,000
Dosis almidón de plátano y arcilla	16092953,10	4	4023238,28	15,541	,000
Error	13720912,55	53	258885,14		
Total	122872814,85	59			

a. R al cuadrado = ,888 (R al cuadrado ajustada = ,876)

Interpretación: Mediante la prueba ANOVA se determinó un efecto significativo del tiempo (Sig=0.000 menor que 0.05) y dosis almidón de plátano y arcilla al 50% (Sig=0.000 menor que 0.05) sobre los valores de DQO.

Tabla 67. Prueba de Tukey para comparar del efecto del tiempo sobre valor medio de la DQO

Tiempo	N	Subconjunto		
		1	2	3
120	20	584,15		
60	20		1253,65	

30	20			3496,35
----	----	--	--	---------

Interpretación: Mediante la prueba de Tukey se determinó que los valores de DQO medio significativamente más bajo se encontró a los 120 minutos.

Figura 16. Valor medio de DQO según tiempos de 30, 60 y 120 minutos

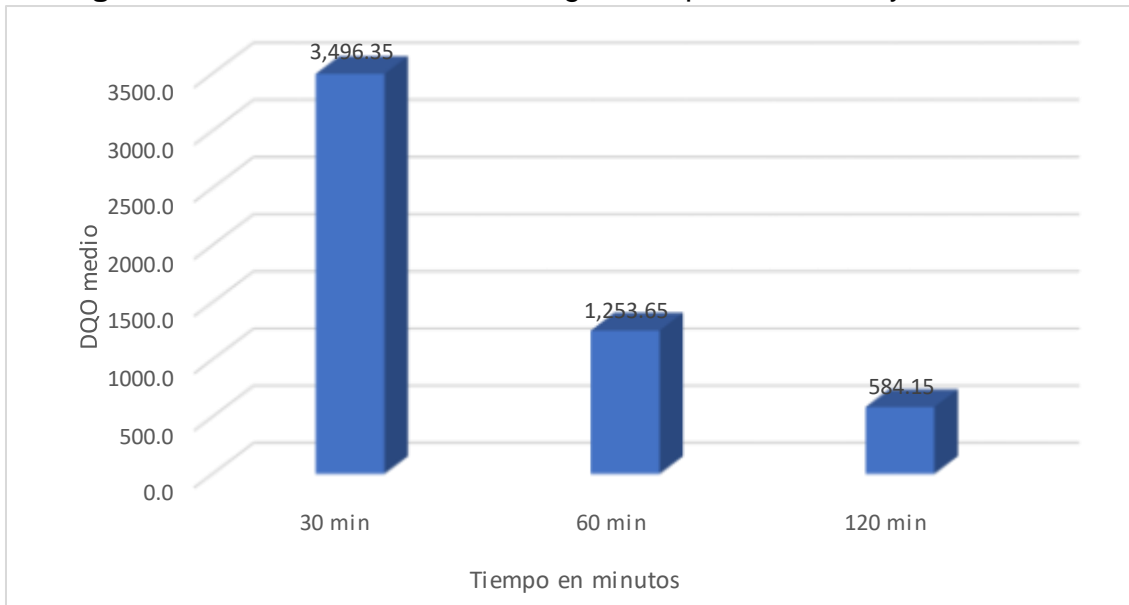


Tabla 68. Prueba de Tukey para comparar el efecto de la dosis de almidón de plátano y arcilla al 50% sobre el valor medio de la DQO

Dosis de almidón de plátano y arcilla al 50%	N	Subconjunto			
		1	2	3	4
110 g	12	996,17			
85 g	12	1444,42	1444,42		
60 g	12		1887,25	1887,25	
35 g	12			2057,42	2057,42
10 g	12				2505,00

Interpretación: Mediante la prueba de Tukey se determinó que el DQO medio significativamente más bajo se encontró a los 85 g y 110 g de almidón de plátano y arcilla al 50%.

Figura 17. Valor medio del plomo total según dosis oxidante H₂O₂ (mL)

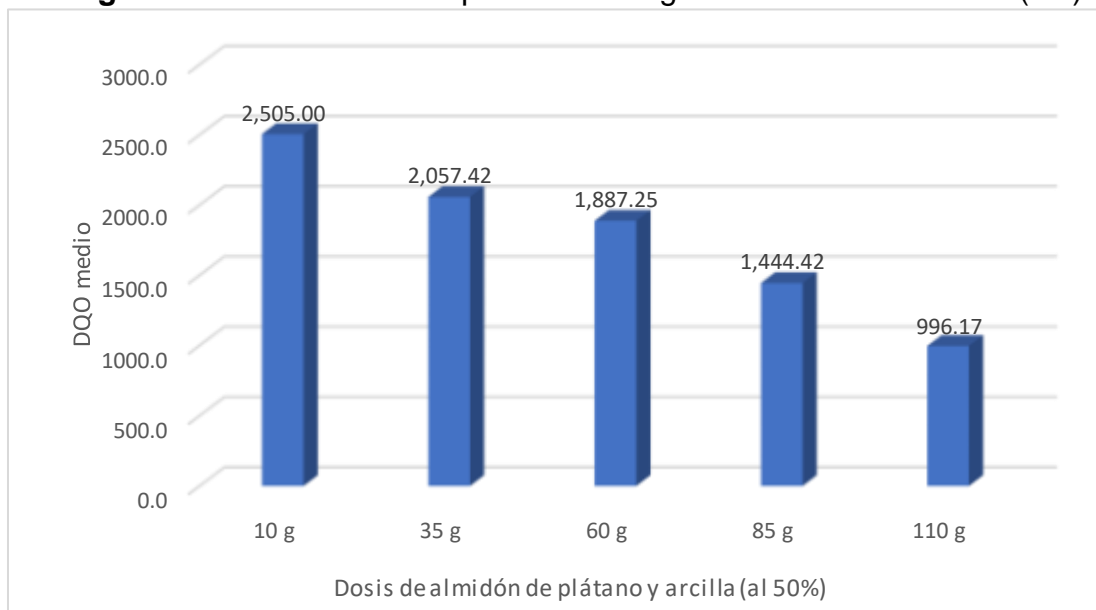


Tabla 69. Comparación del efecto del tiempo y dosis de almidón de plátano y arcilla sobre la DBO

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tiempo	1457779,90	2	728889,95	721,278	,000
Dosis1	197114,40	4	49278,60	48,764	,000
Error	53559,35	53	1010,55		
Total	1708453,65	59			

a. R al cuadrado = ,969 (R al cuadrado ajustada = ,965)

Interpretación: Mediante la prueba ANOVA se determinó un efecto significativo del tiempo (Sig=0.000 menor que 0.05) y dosis almidón de plátano y arcilla al 50% (Sig=0.000 menor que 0.05) sobre los valores de DBO.

Tabla 70. Prueba de Tukey para comparar del efecto del tiempo sobre valor medio de la DBO

Tiempo	N	Subconjunto		
		1	2	3
120	20	382,70		
60	20		571,35	
30	20			764,50

Interpretación: Mediante la prueba de Tukey se determinó que el valor medio de DBO resulto significativamente más bajo a los 120 minutos.

Figura 18. Valor medio de DBO según tiempos de 30, 60 y 120 minutos

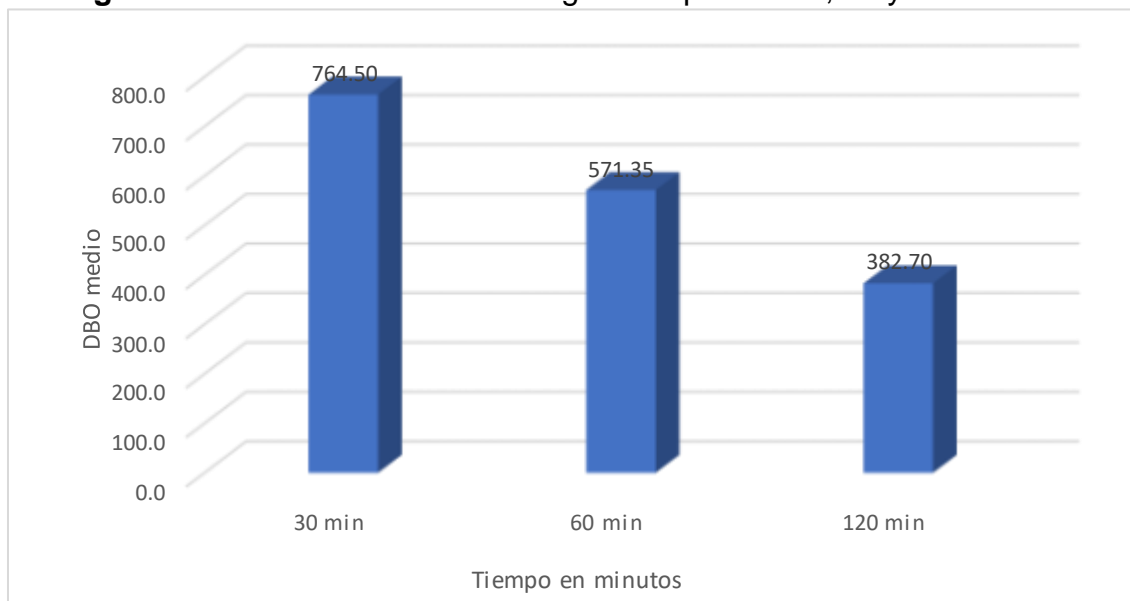


Tabla 71. Prueba de Tukey para comparar el efecto de la dosis de almidón de plátano y arcilla al 50% sobre el valor medio de la DBO

Dosis de almidón de plátano y arcilla al 50%	N	Subconjunto			
		1	2	3	4
110 g	12	487,25			
85 g	12		535,08		
60 g	12			579,08	
35 g	12			611,75	
10 g	12				651,08

Interpretación: Mediante la prueba de Tukey se determinó que el DBO medio significativamente más bajo se encontró a los 110 g de almidón de plátano y arcilla al 50%.

Figura 19. Valor medio del DBO según dosis oxidante H₂O₂ (mL)

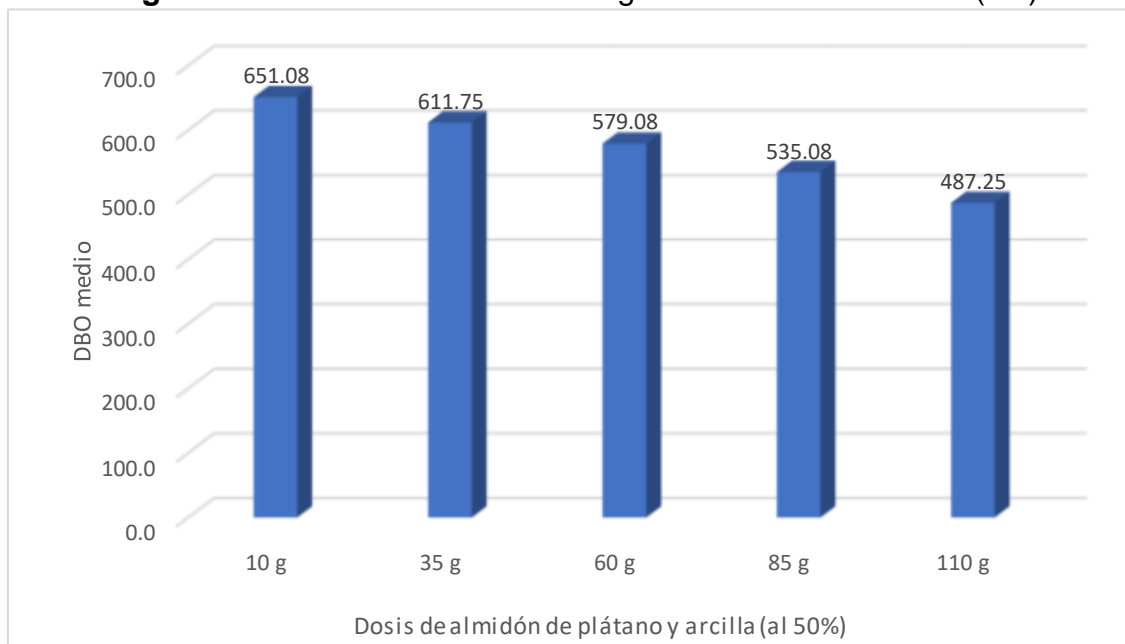


Tabla 72. Comparación del efecto del tiempo y dosis de almidón de plátano y arcilla sobre los Sólidos suspendidos

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tiempo	42862722,13	2	21431361,07	681,191	,000
Dosis1	4621082,10	4	1155270,53	36,720	,000
Error	1667464,70	53	31461,60		
Total	49151268,93	59			

a. R al cuadrado = ,966 (R al cuadrado ajustada = ,962)

Interpretación: Mediante la prueba ANOVA se determinó un efecto significativo del tiempo (Sig=0.000 menor que 0.05) y dosis almidón de plátano y arcilla al 50% (Sig=0.000 menor que 0.05) sobre los valores de sólidos suspendidos.

Tabla 73. Prueba de Tukey para comparar del efecto del tiempo sobre el valor medio de los sólidos suspendidos

Tiempo	N	Subconjunto		
		1	2	3
120	20	160,60		
60	20		994,20	
30	20			2218,60

Interpretación: Mediante la prueba de Tukey se determinó que el valor medio de solido suspendido resulto significativamente más bajo a los 120 minutos.

Figura 20. Valor medio de solidos suspendidos según tiempos de 30, 60 y 120 minutos

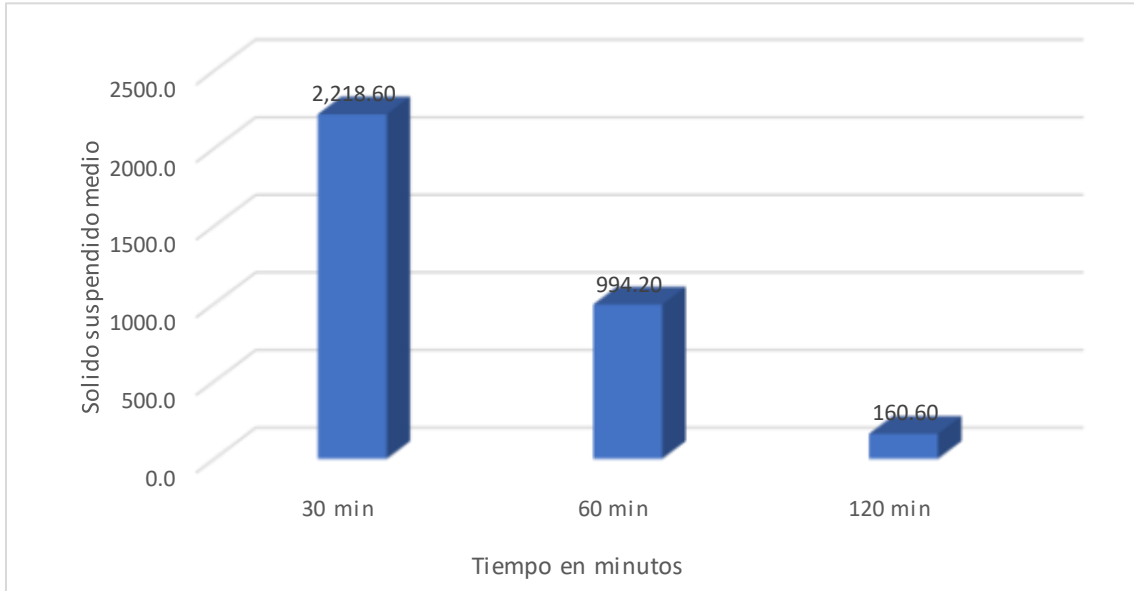


Tabla 74. Prueba de Tukey para comparar del efecto de la dosis de almidón de plátano y arcilla al 50% sobre el valor medio de los sólidos suspendidos

Dosis de almidón de plátano y arcilla al 50%	N	Subconjunto			
		1	2	3	4
110	12	744,25			
85	12	934,17	934,17		
60	12		1104,00	1104,00	
35	12			1299,00	
10	12				1540,92

Interpretación: Mediante la prueba de Tukey se determinó que el Solido suspendido medio significativamente más bajo se encontró a los 85 g y 110 g de almidón de plátano y arcilla al 50%.

Figura 21. Valor medio de solido suspendido según dosis oxidante H₂O₂ (mL)

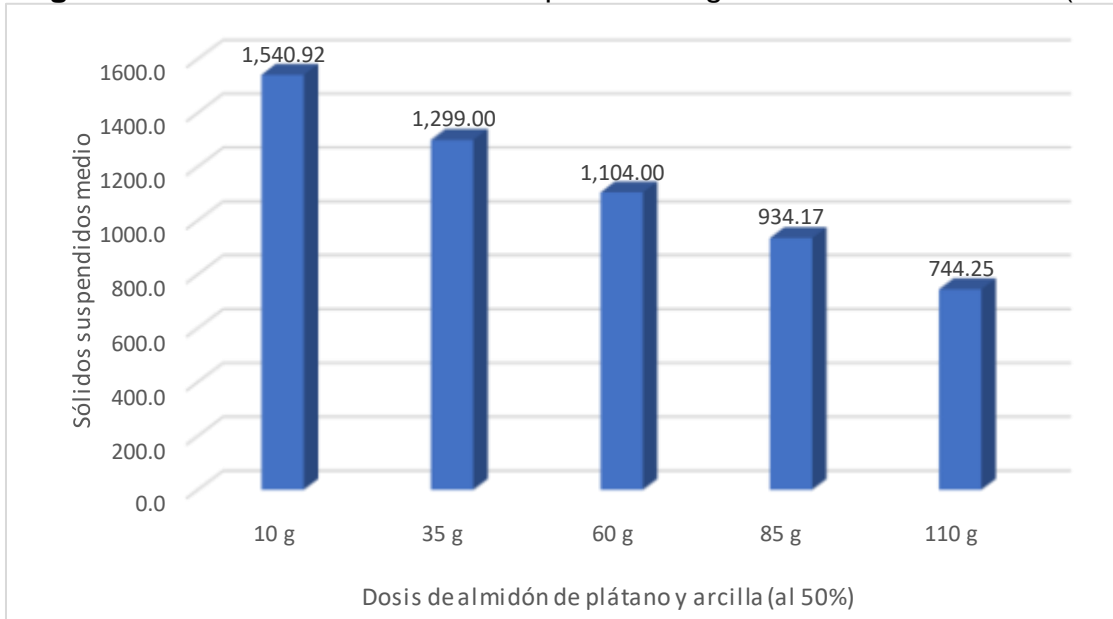


Tabla 75. Comparación del efecto del tiempo y dosis de almidón de plátano y arcilla sobre la turbidez

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tiempo	330484,23	2	165242,12	6,953	,002
Dosis1	265110,33	4	66277,58	2,789	,036
Error	1259518,02	53	23764,49		
Total	1855112,58	59			

a. R al cuadrado = ,321 (R al cuadrado ajustada = ,244)

Interpretación: Mediante la prueba ANOVA se determinó un efecto significativo del tiempo (Sig=0.002 menor que 0.05) y dosis almidón de plátano y arcilla al 50% (Sig=0.036 menor que 0.05) sobre los valores de turbidez.

Tabla 76. Prueba de Tukey para comparar del efecto del tiempo sobre el valor medio de la turbidez

Tiempo	N	Subconjunto	
		1	2
120	20	969,85	
60	20	1052,50	1052,50
30	20		1151,40

Interpretación: Mediante la prueba de Tukey se determinó que el valor medio de turbidez resulto significativamente más bajo a los 60 y 120 minutos.

Figura 22. Valor medio de turbidez según tiempos de 30, 60 y 120 minutos

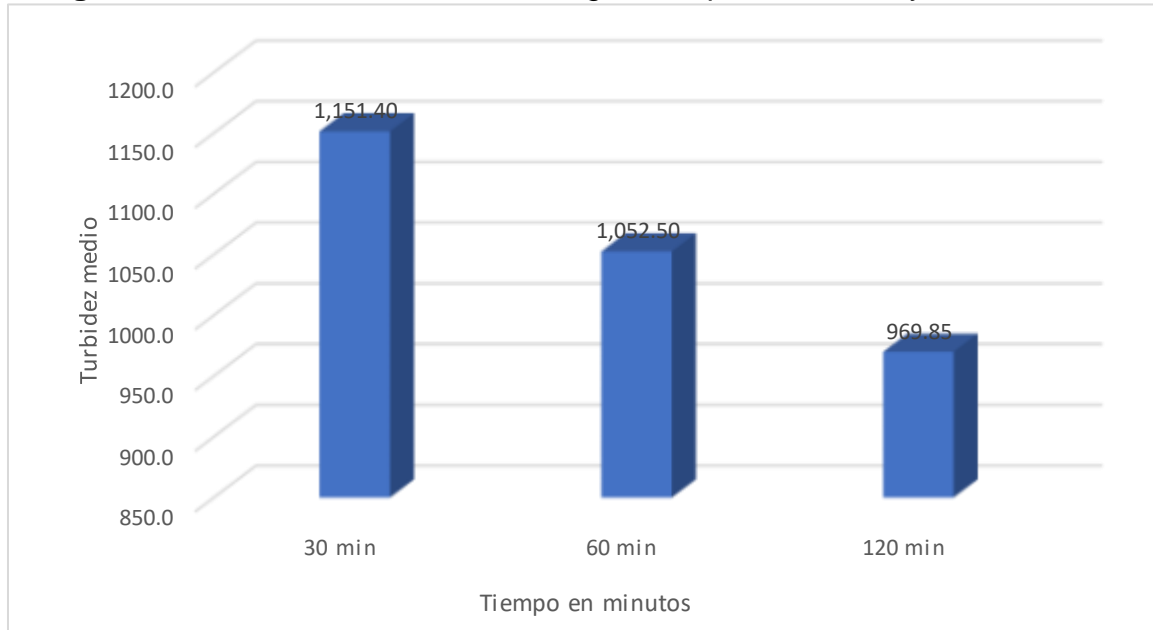


Tabla 77. Prueba de Tukey para comparar del efecto de la dosis de almidón de plátano y arcilla al 50% sobre el valor medio de la turbidez

Dosis de almidón de plátano y arcilla al 50%	N	Subconjunto	
		1	2
110 g	12	1008,83	
85 g	12	1016,25	1016,25
35 g	12	1037,00	1037,00
60 g	12	1038,67	1038,67
10 g	12		1188,83

Interpretación: Mediante la prueba de Tukey se determinó que la turbidez media significativamente más bajo se encontró con dosis de 60 g a más de almidón de plátano y arcilla al 50%.

Figura 23. Valor medio de turbidez según dosis oxidante H₂O₂ (mL)

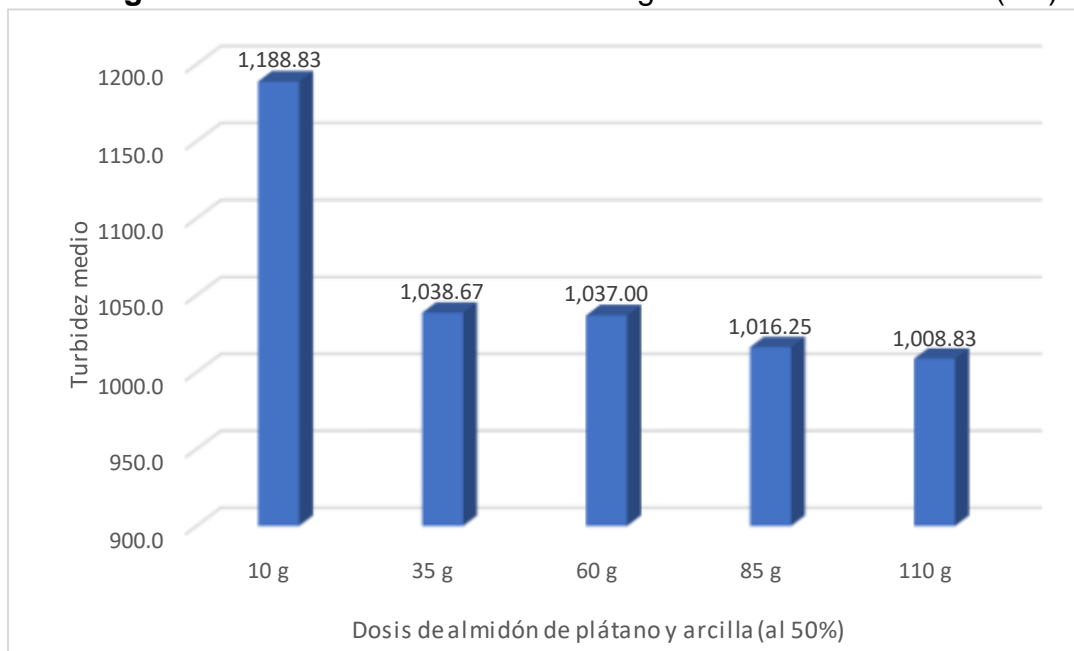


Tabla 78. Comparación del efecto del tiempo y dosis de almidón de plátano y arcilla sobre el plomo

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tiempo	4,61	2	2,31	409,072	,000
Dosis1	,41	4	,10	18,122	,000
Error	,30	53	,01		
Total	5,32	59			

a. R al cuadrado = ,944 (R al cuadrado ajustada = ,937)

Interpretación: Mediante la prueba ANOVA se determinó un efecto significativo del tiempo (Sig=0.000 menor que 0.05) y dosis almidón de plátano y arcilla al 50% (Sig=0.000 menor que 0.05) sobre los valores de plomo.

Tabla 79. Prueba de Tukey para comparar del efecto del tiempo sobre el valor medio del plomo

Tiempo	N	Subconjunto		
		1	2	3
120	20	,5700		
60	20		,8420	
30	20			1,2450

Interpretación: Mediante la prueba de Tukey se determinó que el valor medio de plomo resulto significativamente más bajo a los 120 minutos.

Figura 24. Valor medio de plomo según tiempos de 30, 60 y 120 minutos

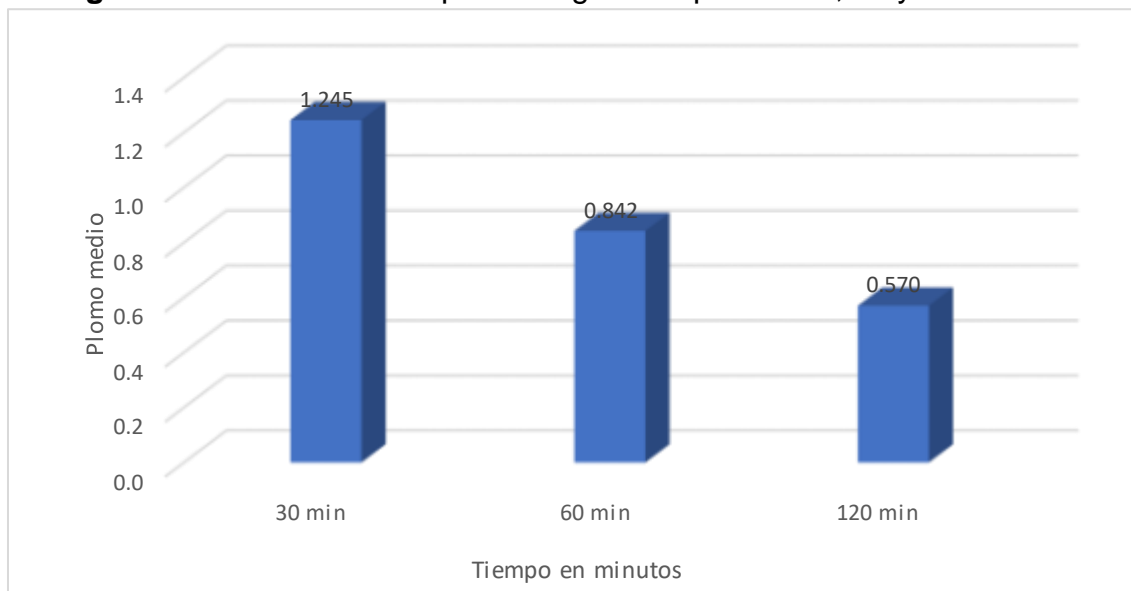
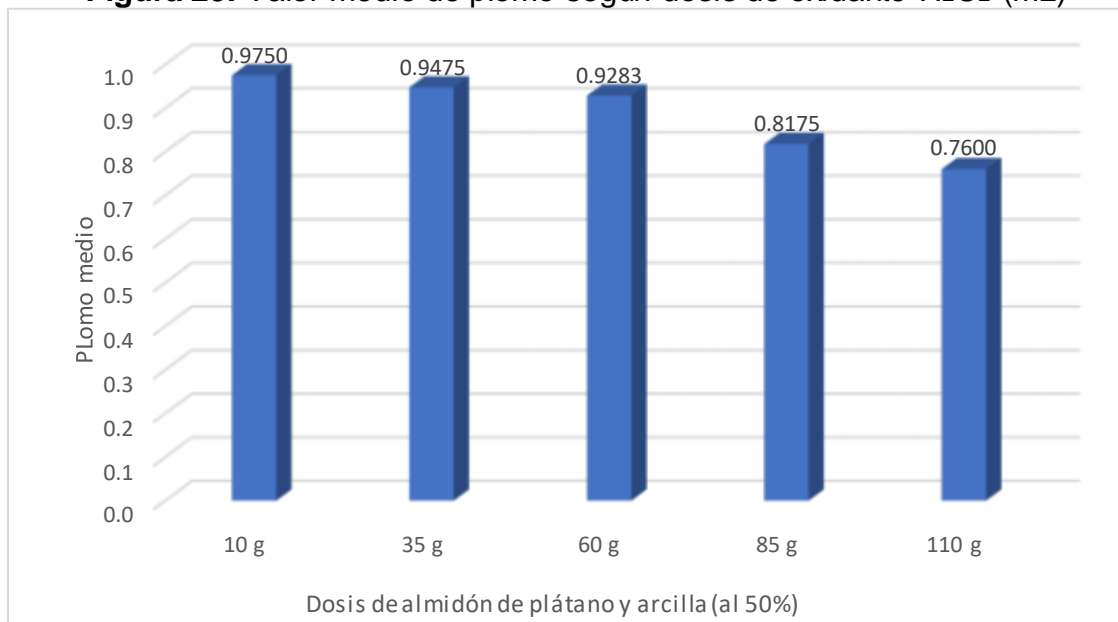


Tabla 80. Prueba de Tukey para comparar del efecto de la dosis de almidón de plátano y arcilla al 50% sobre el valor medio del plomo

Dosis de almidón de plátano y arcilla al 50%	N	Subconjunto	
		1	2
110	12	,7600	
85	12	,8175	
60	12		,9283
35	12		,9475
10	12		,9750

Interpretación: Mediante la prueba de Tukey se determinó que el plomo medio significativamente más bajo se encontró a los 85 g y 110 g de almidón de plátano y arcilla al 50%.

Figura 25. Valor medio de plomo según dosis de oxidante H₂O₂ (mL)



• COMPARACIÓN CON LÍMITES MÁXIMOS PERMITIDOS, PROCESO FÍSICOQUÍMICO

Tabla 81. Valores de DQO medio finales comparados con LMP

Tiempo	Procesos fisicoquímicos			Procesos Biológicos		
	Dosis	Media	DE	Dosis	Media	DE
30	1	5020.25	99.6	10	5149.5	44.155
	5	4663.75	55.41	55	4047.5	69.582
	10	2202	6.272	60	3863.75	97.041
	15	1444.75	44.776	85	2743.75	61.076
	20	1042.5	52.678	110	1677.25	62.665
60	1	4131.5	43.093	10	1580.25	65.855
	5	3081.25	60.124	55	1436.5	47.12
	10	1013.25	15.327	60	1209.75	60.945
	15	681.25	9.946	85	1108.25	40.549
	20	584.25	12.553	110	933.5	49.109
120	1	3305.5	389.757	10	785.25	36.7
	5	2689	28.425	55	688.25	50.255
	10	748.5	14.107	60	588.25	54.647
	15	455.25	22.081	85	481.25	52.271

	20	377.25	38.793	110	377.75	19.755
--	----	--------	--------	-----	--------	--------

Interpretación: En el Procesos fisicoquímicos al comparar todos los niveles de tiempo y dosis analizadas se observó que en todos los casos supera el límite máximo permitido de DQO que es 120 mg/L. Para el proceso biológico al comparar todos los niveles de tiempo y dosis analizadas se observó que en todos los casos supera el límite máximo permitido de DQO que es 120 mg/L.

Tabla 82. Valores de DBO medio finales comparados con LMP

Tiempo	Procesos fisicoquímicos			Procesos Biológicos		
	Dosis	Media	DE	Dosis	Media	DE
30	1	718.25	12.6	10	830.00	8.1
	5	618.75	7.5	55	797.00	17.6
	10	464.25	7.0	60	777.25	17.6
	15	437.25	59.2	85	728.00	19.5
	20	325.50	6.9	110	690.25	37.0
60	1	649.50	13.8	10	642.00	36.4
	5	513.75	7.5	55	610.50	22.8
	10	459.25	7.0	60	573.00	38.0
	15	366.75	5.1	85	536.50	27.1
	20	264.75	4.3	110	494.75	38.5
120	1	620.75	35.0	10	481.25	12.2
	5	513.75	7.5	55	427.75	41.5
	10	259.25	7.0	60	387.00	35.8
	15	121.75	9.4	85	340.75	44.7
	20	201.25	2.6	110	276.75	53.5

Interpretación: En el Procesos fisicoquímicos al comparar los niveles de tiempo y dosis analizadas se observó que en todos los casos supera el límite máximo permitido de DBO que es 20 mg/L. Para el proceso biológico al comparar los niveles de tiempo y dosis analizadas se observó que en todos los casos supera el límite máximo permitido de DBO que es 20 mg/L.

Tabla 83. Procesos fisicoquímicos, valores de ST medio finales comparados con LMP

Tiempo	Procesos fisicoquímicos			Procesos Biológicos		
	Dosis	Media	DE	Dosis	Media	DE
30	1	2075.50	16.5	10	2917.50	194.2
	5	1800.00	57.2	55	2485.50	159.6
	10	1039.75	3.3	60	2205.50	95.9
	15	727.50	9.3	85	1906.25	164.1
	20	614.25	3.0	110	1578.25	147.7
60	1	2073.75	17.3	10	1306.75	67.0
	5	1670.00	51.4	55	1177.50	61.7
	10	1034.75	3.3	60	998.25	84.2
	15	623.25	8.7	85	854.00	65.7
	20	510.00	3.6	110	634.50	118.7
120	1	1835.00	2.9	10	398.50	82.9
	5	724.75	3.3	55	234.00	64.4
	10	445.00	6.4	60	108.25	35.2
	15	387.50	18.3	85	42.25	21.8
	20	219.25	49.0	110	20.00	9.1

Interpretación: En el Procesos fisicoquímicos al comparar los niveles de tiempo y dosis analizadas se observó que en todos los casos supera el límite máximo permitido de ST que es 30 mg/L. Para el proceso biológico, para 120 minutos y una dosis de 85 y 110 se observa valores medios inferiores al LMP.

Tabla 84. Procesos fisicoquímicos, valores de turbidez medio finales comparados con LMP

Tiempo	Procesos fisicoquímicos			Procesos Biológicos		
	Dosis	Media	DE	Dosis	Media	DE
30	1	1054.25	32.9	10	1536.75	498.2
	5	839.75	13.3	55	1063.25	29.7
	10	437.75	3.3	60	1078.50	20.3
	15	220.75	9.2	85	1029.50	41.5

	20	133.75	16.1	110	1049.00	41.0
60	1	766.75	11.8	10	1048.00	38.9
	5	605.00	2.9	55	1067.25	14.8
	10	249.75	3.3	60	1069.00	10.6
	15	117.50	3.3	85	1055.00	20.4
	20	42.50	4.4	110	1023.25	26.8
120	1	676.75	11.8	10	981.75	8.7
	5	569.75	5.4	55	980.50	10.3
	10	259.75	14.1	60	968.50	9.0
	15	122.50	4.4	85	964.25	8.7
	20	49.25	11.4	110	954.25	15.9

Interpretación: En el Procesos fisicoquímicos al comparar los niveles de tiempo y dosis analizadas se observó que en todos los casos resultado inferior que el límite máximo permitido de turbidez que es 3400, el valor medio de turbidez más bajo resultado para 120 minutos y una dosis de 20 mL. Para el proceso biológico al comparar los niveles de tiempo y dosis analizadas se observó que en todos los casos resultado inferior que el límite máximo permitido de turbidez que es 3400, el valor medio de turbidez más bajo resultado para 120 minutos y una dosis de 110.

Tabla 85. Procesos fisicoquímicos, valores de plomo total medio finales comparados con LMP

Tiempo	Procesos fisicoquímicos			Procesos Biológicos		
	Dosis	Media	DE	Dosis	Media	DE
30	1	1.338	0.114	10	1.338	0.068
	5	1.173	0.144	55	1.260	0.055
	10	0.910	0.149	60	1.305	0.092
	15	0.615	0.087	85	1.220	0.083
	20	0.450	0.047	110	1.103	0.085
60	1	1.118	0.065	10	0.910	0.094
	5	0.818	0.097	55	0.955	0.094
	10	0.588	0.082	60	0.870	0.088
	15	0.325	0.106	85	0.753	0.092

	20	0.158	0.054	110	0.723	0.057
120	1	0.958	0.120	10	0.678	0.043
	5	0.665	0.112	55	0.628	0.053
	10	0.440	0.075	60	0.610	0.091
	15	0.233	0.095	85	0.480	0.073
	20	0.033	0.046	110	0.455	0.039

Interpretación: En el Procesos fisicoquímicos al comparar los niveles de tiempo y dosis analizadas se observó que el valor medio de plomo más bajo resulto para 120 minutos y una dosis de 20 mL, resultado inferior al valor máximo permitido de plomo que es 0.5 mg/l. Para el proceso biológico al comparar los niveles de tiempo y dosis analizadas se observó que el valor medio de plomo más bajo resulto para 120 minutos y una dosis de 20 mL, resultado inferior al valor máximo permitido de plomo que es 0.5 mg/l

Tabla 86. Prueba ANOVA para evaluar el efecto sobre PH, proceso fisicoquímico

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamiento	,29	3	,10	3,170	,064
Dosis	11,27	4	2,82	91,156	,000
Error	,37	12	,03		
Total	11.93	19			
a. R al cuadrado = 1,000 (R al cuadrado ajustada = ,99)					

Interpretación:

Al analizar mediante una prueba ANOVA el efecto de la dosis y tratamiento, se determinó que los tratamientos no generan un efecto significativo sobre los valores de Ph (Sig=0.064 mayor que 0.05) y si se determinó un efecto significativo sobre la dosis (Sig=0.000 menor que 0.05), por ello se aplicó la prueba de Tukey para determinar qué nivel de dosis genera una mayor disminución de los valores medios de Ph.

Tabla 87. Prueba Tukey para evaluar el efecto del tiempo sobre PH

Dosis	N	Subconjunto			
		1	2	3	4
20	4	5,55			
15	4	5,88			
10	4		6,40		
5	4			7,00	
1	4				7,63

Interpretación: Sobre la base de la prueba de Tukey se concluye que los niveles más bajos de PH se encuentran a una dosis de 15 y 20.

Tabla 88. Prueba ANOVA para evaluar el efecto sobre DQO, proceso fisicoquímico

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamiento	5158576,20	3	1719525,40	26,119	,000
Dosis	41003094,30	4	10250773,58	155,706	,000
Error	790011,30	12	65834,28		
Total	46951681,8	19			

a. R al cuadrado = ,994 (R al cuadrado ajustada = ,990)

Interpretación:

Al analizar mediante una prueba ANOVA el efecto del tratamiento y la dosis, se determinó que el tratamiento genera un efecto significativo sobre los valores de DQO (Sig=0.000 menor que 0.05) y también se determinó un efecto significativo de la dosis (Sig=0.000 menor que 0.05), por ello se aplicó la prueba de Tukey para determinar qué nivel de tratamiento y dosis genera una mayor disminución de los valores medios de DQO.

Tabla 89. Prueba Tukey para evaluar el efecto del tratamiento sobre DQO

Tratamiento	N	Subconjunto		
		1	2	3
20	5	1515,20		
15	5	1898,20	1898,20	
10	5		2149,40	

5	5			2904,80
---	---	--	--	---------

Interpretación: Sobre la base de la prueba de Tukey se concluye que los niveles más bajos de DQO se encuentran a un tratamiento de 15 y 20.

Tabla 90. Prueba Tukey para evaluar el efecto de la dosis sobre DQO

Dosis	N	Subconjunto			
		1	2	3	4
20	4	685,00			
15	4	898,75	898,75		
10	4		1335,75		
5	4			3501,00	
1	4				4164,00

Interpretación: Sobre la base de la prueba de Tukey se concluye que los niveles más bajos de DQO se encuentran a una dosis de 15 y 20.

Tabla 91. Prueba ANOVA para evaluar el efecto sobre DBO, proceso fisicoquímico

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamiento	82033,20	3	27344,40	10,830	,001
Dosis	463398,20	4	115849,55	45,884	,000
Error	30297,80	12	2524,82		
Total	575729.20	19			
a. R al cuadrado = ,993 (R al cuadrado ajustada = ,988)					

Interpretación:

Al analizar mediante una prueba ANOVA el efecto del tratamiento y la dosis, se determinó que el tratamiento genera un efecto significativo sobre los valores de DBO (Sig=0.001 menor que 0.05) y también se determinó un efecto significativo de la dosis (Sig=0.000 menor que 0.05), por ello se aplicó la prueba de Tukey para determinar qué nivel de tratamiento y dosis genera una mayor disminución de los valores medios de DBO.

Tabla 92. Prueba Tukey para evaluar el efecto de la dosis sobre DBO

Dosis	N	Subconjunto
-------	---	-------------

		1	2	3
20	4	252,25		
15	4	287,00	287,00	
10	4		385,25	
5	4			542,25
1	4			652,25

Interpretación: Sobre la base de la prueba de Tukey se concluye que los niveles más bajos de DBO se encuentran a una dosis de 15 y 20.

Tabla 93. Prueba Tukey para evaluar el efecto del tiempo sobre DBO

Tratamiento	N	Subconjunto		
		1	2	3
20	5	343,40		
15	5	388,00	388,00	
10	5		451,00	451,00
5	5			512,80

Interpretación: Sobre la base de la prueba de Tukey se concluye que los niveles más bajos de DBO se encuentran a un tratamiento de 15 y 20.

Tabla 94. Prueba ANOVA para evaluar el efecto sobre ST, proceso fisicoquímico

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamiento	830138,55	3	276712,85	11,215	,001
Dosis	6871201,70	4	1717800,43	69,623	,000
Error	296074,70	12	24672,89		
Total	7997414,95	19			

a. R al cuadrado = ,990 (R al cuadrado ajustada = ,984)

Interpretación:

Al analizar mediante una prueba ANOVA el efecto del tratamiento y la dosis, se determinó que el tratamiento genera un efecto significativo sobre los valores de ST (Sig=0.001 menor que 0.05) y también se determinó un efecto significativo de la dosis (Sig=0.000 menor que 0.05), por ello se aplicó la prueba de Tukey para

determinar qué nivel de tratamiento y dosis genera una mayor disminución de los valores medios de ST.

Tabla 95. Prueba Tukey para evaluar el efecto del tratamiento sobre ST

Tratamiento	N	Subconjunto	
		1	2
20	5	722,20	
15	5		1075,60
10	5		1182,40
5	5		1251,60

Interpretación: Sobre la base de la prueba de Tukey se concluye que los niveles más bajos de ST se encuentran a un tratamiento de 20.

Tabla 96. Prueba Tukey para evaluar el efecto de la dosis sobre ST

Dosis	N	Subconjunto			
		1	2	3	4
20	4	442,25			
15	4	566,00	566,00		
10	4		837,50		
5	4			1433,75	
1	4				2010,25

Interpretación: Sobre la base de la prueba de Tukey se concluye que los niveles más bajos de ST se encuentran a una dosis de 15 y 20.

Tabla 97. Prueba ANOVA para evaluar el efecto sobre Turbidez, proceso fisicoquímico

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamiento	126329,75	3	42109,92	14,581	,000
Dosis	1760453,70	4	440113,43	152,396	,000
Error	34655,50	12	2887,96		
Total	1921438,95	19			

a. R al cuadrado = ,994 (R al cuadrado ajustada = ,989)

Interpretación:

Al analizar mediante una prueba ANOVA el efecto del tratamiento y la dosis, se determinó que el tratamiento genera un efecto significativo sobre los valores de turbidez (Sig=0.000 menor que 0.05) y también se determinó un efecto significativo de la dosis (Sig=0.000 menor que 0.05), por ello se aplicó la prueba de Tukey para determinar qué nivel de tratamiento y dosis genera una mayor disminución de los valores medios de turbidez.

Tabla 98. Prueba de Tukey para evaluar el efecto del tratamiento sobre turbidez

Tratamiento	N	Subconjunto		
		1	2	3
20	5	335,80		
15	5	356,60	356,60	
10	5		440,00	440,00
5	5			537,40

Interpretación: Sobre la base de la prueba de Tukey se concluye que los niveles más bajos de turbidez se encuentran a un tratamiento de 15 y 20.

Tabla 99. Prueba de Tukey para evaluar el efecto de la dosis sobre la turbidez

Dosis	N	Subconjunto			
		1	2	3	4
20	4	82,50			
15	4	162,00			
10	4		313,75		
5	4			690,25	
1	4				838,75

Interpretación: Sobre la base de la prueba de Tukey se concluye que los niveles más bajos de turbidez se encuentran a una dosis de 15 y 20.

Tabla 100. Prueba ANOVA para evaluar el efecto sobre Pb, proceso fisicoquímico

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamiento	,71	3	,24	38,050	,000
Dosis	1,79	4	,45	72,051	,000

Error	,08	12	,01		
Total	2,58	19			
a. R al cuadrado = ,994 (R al cuadrado ajustada = ,990)					

Interpretación:

Al analizar mediante una prueba ANOVA el efecto del tratamiento y la dosis, se determinó que el tratamiento genera un efecto significativo sobre los valores de Pb (Sig=0.000 menor que 0.05) y también se determinó un efecto significativo de la dosis (Sig=0.000 menor que 0.05), por ello se aplicó la prueba de Tukey para determinar qué nivel de tratamiento y dosis genera una mayor disminución de los valores medios de Pb.

Tabla 101. Prueba Tukey para evaluar el efecto del tratamiento sobre Pb

Tratamiento	N	Subconjunto	
		1	2
20	5	,4660	
15	5	,6040	
5	5		,8980
10	5		,9000

Interpretación: Sobre la base de la prueba de Tukey se concluye que los niveles más bajos de Pb se encuentran a una dosis de 15 y 20.

Tabla 102. Prueba de Tukey para evaluar el efecto de la dosis sobre Pb

Dosis	N	Subconjunto			
		1	2	3	4
20	4	,3125			
15	4	,4900			
10	4		,7050		
5	4			,9250	
1	4				1,1525

Interpretación: Sobre la base de la prueba de Tukey se concluye que los niveles más bajos de DQO se encuentran a una dosis de 15 y 20.

• **Especificaciones técnicas, físicas y químicas proceso biológico**

Tabla 103. Prueba ANOVA para evaluar el efecto sobre DQO

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Dosis	3985919,267	4	996477,567	2,328	,144
Tiempo	23134339,733	2	11567169,867	27,020	,000
Error	3424748,933	8	428093,617		
Total	30545007,90	14			
a. R al cuadrado = ,956 (R al cuadrado ajustada = ,918)					

Interpretación:

Al analizar mediante una prueba ANOVA el efecto de la dosis y el tiempo, se determinó que la dosis no genera un efecto significativo sobre los valores de DQO (Sig=0.144 mayor que 0.05) y si se determinó un efecto significativo del tiempo (Sig=0.000 menor que 0.05), por ello se aplicó la prueba de Tukey para determinar qué nivel de tiempo genera una mayor disminución de los valores medios de DQO.

Tabla 104. Prueba Tukey para evaluar el efecto del tiempo sobre DQO

Tiempo	N	Subco junto	
		1	2
30	5	595,40	
20	5	1253,80	
10	5		3496,60

Interpretación: Sobre la base de la prueba de Tukey se concluye que los niveles más bajos de DQO se encuentran a los 20 y 30 minutos.

Tabla 105. Prueba ANOVA para evaluar el efecto sobre DBO

Origen	Tipo II de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Dosis	49195,60	4	12298,90	69,801	,000
Tiempo	364059,73	2	182029,87	1033,087	,000
Error	1409,60	8	176,20		
Total	414664,93	14			
a. R al cuadrado = 1,000 (R al cuadrado ajustada = 1,000)					

Interpretación:

Al analizar mediante una prueba ANOVA el efecto de la dosis y el tiempo, se determinó que la dosis genera un efecto significativo sobre los valores de DBO (Sig=0.000 menor que 0.05) y también se determinó un efecto significativo del tiempo (Sig=0.000 menor que 0.05), por ello se aplicó la prueba de Tukey para determinar qué nivel de dosis y tiempo genera una mayor disminución de los valores medios de DBO.

Tabla 106. Prueba ANOVA para evaluar el efecto del tiempo sobre DBO

Tiempo	N	Subconjunto		
		1	2	3
30	5	382,80		
20	5		571,60	
10	5			764,40

Interpretación: Sobre la base de la prueba de Tukey se concluye que los niveles más bajos de DBO se encuentran a los 30 minutos.

Tabla 107. Prueba ANOVA para evaluar el efecto de la dosis sobre DBO

Dosis	N	Subconjunto			
		1	2	3	4
110	3	487,33			
85	3		535,33		
60	3			579,00	
35	3			612,00	
10	3				651,00

Interpretación: Sobre la base de la prueba de Tukey se concluye que los niveles más bajos de DBO se encuentran a los 110 g del coagulante.

Tabla 108. Prueba ANOVA para evaluar el efecto sobre sólidos suspendidos

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Dosis	1156661,60	4	289165,40	7,939	,007
Tiempo	10717608,40	2	5358804,20	147,123	,000
Error	291391,60	8	36423,95		
Total	12165661.60	14			

a. R al cuadrado = ,991 (R al cuadrado ajustada = ,982)

Interpretación:

Al analizar mediante una prueba ANOVA el efecto de la dosis y el tiempo, se determinó que la dosis genera un efecto significativo sobre los valores de SS (Sig=0.007 menor que 0.05) y también se determinó un efecto significativo del tiempo (Sig=0.000 menor que 0.05), por ello se aplicó la prueba de Tukey para determinar qué nivel de dosis y tiempo que genera una mayor disminución de los valores medios de sólidos suspendidos.

Tabla 109. Prueba Tukey para evaluar el efecto de la dosis sobre los SS

Dosis	N	Subconjunto		
		1	2	3
110	3	744,33		
85	3	934,00	934,00	
60	3	1104,00	1104,00	1104,00
35	3		1299,33	1299,33
10	3			1541,33

Interpretación: Sobre la base de la prueba de Tukey se concluye que los niveles medios más bajos de SS se encuentran a los valores de 60, 85 y 110 g del coagulante.

Tabla 110. Prueba Tukey para evaluar el efecto del tiempo sobre los SS

Tiempo	N	Subconjunto		
		1	2	3
30	5	160,60		
20	5		994,40	
10	5			2218,80

Interpretación: Sobre la base de la prueba de Tukey se concluye que el nivel medio más bajo de SS se encuentra a los 30 minutos.

Tabla 111. Turbidez

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Dosis	66398,67	4	16599,67	1,084	,426

Tiempo	82681,60	2	41340,80	2,700	,127
Error	122505,73	8	15313,22		
Total	271586,00	14			
a. R al cuadrado = ,993 (R al cuadrado ajustada = ,987)					

Interpretación:

Al analizar mediante una prueba ANOVA el efecto de la dosis y el tiempo sobre la turbidez, se determinó que la dosis no genera un efecto significativo sobre los valores de la turbidez (Sig=0.426 mayor que 0.05) y también se determinó que el tiempo no genera un efecto significativo (Sig=0.127 mayor que 0.05), por ello no se aplicó la prueba de Tukey.

Tabla 112. Plomo

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Dosis	,105	4	,026	20,000	,000
Tiempo	1,151	2	,575	439,181	,000
Error	,010	8	,001		
Total	1,266	14			
a. R al cuadrado = ,999 (R al cuadrado ajustada = ,998)					

Interpretación:

Al analizar mediante una prueba ANOVA el efecto de la dosis y el tiempo sobre el plomo, se determinó que la dosis genera un efecto significativo sobre los valores de plomo (Sig=0.000 menor que 0.05) y también se determinó un efecto significativo del tiempo (Sig=0.000 menor que 0.05), por ello se aplicó la prueba de Tukey para determinar qué nivel de dosis y tiempo genera una mayor disminución de los valores medios de plomo.

Tabla 113. Prueba Tukey para evaluar el efecto de la dosis sobre el plomo

Dosis	N	Subconjunto	
		1	2
110	3	,7600	
85	3	,8167	

60	3		,9300
35	3		,9500
10	3		,9767

Interpretación: Sobre la base de la prueba de Tukey se concluye que los niveles más bajos de plomo se encuentran a los 85 y 110 g del coagulante.

Tabla 114. Prueba Tukey para evaluar el efecto del tiempo sobre el plomo

Tiempo	N	Subconjunto		
		1	2	3
30	5	,5720		
20	5		,8420	
10	5			1,2460

Interpretación: Sobre la base de la prueba de Tukey se concluye que el nivel medio más bajo de plomo se encuentra a los 30 minutos.

• **Comparación entre procesos fisicoquímicos y biológicos**

Tabla 115. Comparación entre procesos fisicoquímicos y biológicos

	grupos	Media	Prueba T-Student	Sig
DQO	Fisicoquímico	2116.9	0.640	0.527
	Biológico	1781.9		
DBO	Fisicoquímico	423.8	-2.520	0.017
	Biológico	572.9		
ST	Fisicoquímico	1058.0	-0.250	0.804
	Biológico	1124.6		
Turbidez	Fisicoquímico	417.5	-8.039	0.000
	Biológico	1058.0		
Pb	Fisicoquímico	0.7	-1.456	0.155
	Biológico	0.9		

Interpretación: Para DQO y mediante la prueba T-Student se encontró que no existe diferencia significativa entre los puntajes medios de los procesos Fisicoquímico y Biológico (Sig=0.527 mayor que 0.05). Para DBO y mediante la prueba T-Student se encontró que existe diferencia significativa entre los

puntajes medios de los procesos Físicoquímico y Biológico (Sig=0.017 menor que 0.05), siendo significativamente menor para el proceso físicoquímico. Para ST y mediante la prueba T-Student se encontró que no existe diferencia significativa entre los puntajes medios de los procesos Físicoquímico y Biológico (Sig=0.804 mayor que 0.05). Para turbidez y mediante la prueba T-Student se encontró que existe diferencia significativa entre los puntajes medios de los procesos Físicoquímico y Biológico (Sig=0.000 menor que 0.05), siendo significativamente menor para el proceso físicoquímico. Para Pb y mediante la prueba T-Student se encontró que no existe diferencia significativa entre los puntajes medios de los procesos Físicoquímico y Biológico (Sig=0.155 mayor que 0.005).

V. DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos, las características fisicoquímicas analizadas del lixiviado obtenido del botadero de San Juan de Lurigancho presenta parámetros que superan los Límites Máximos Permisibles (Lmp) de Efluentes de Infraestructuras de Residuos Sólidos (Decreto Supremo N° - 2009 – MINAM).

Como se demuestra en la tabla 2, el valor del DQO es de 5315 mg/L, siendo el LMP 120 mg/L, el DBO presentado fue de 858 mg/L, siendo el LMP de 20 mg/L, el ST fue de 3135 mg/L mientras que el LMP es de 30 mg/L y la concentración de plomo presente fue de 1.42mg/L, mientras que el LMP es de 0.5mg/L.

De acuerdo al segundo problema específico, los valores finales de los parámetros después de los procesos fisicoquímico y biológico, en el tratamiento de lixiviados aplicando el tratamiento fisicoquímico logró reducir los valores por debajo de los Límites Máximos Permisibles.

Ello es también corroborado por lo expuesto en el estudio de Genethliou C. et al., (2023, p.1), quien menciona que al aplicar un tratamiento biológico se logró la máxima eliminación de contaminantes y potencial de peligrosidad de los lixiviados; siendo las eficiencias globales de eliminación de NH₄⁺-N, color, demanda química de oxígeno disuelto (d-COD), manganeso (Mn), níquel (Ni), zinc (Zn) y hierro (Fe) alcanzadas tras la aplicación del sistema AD-EC-BIO fueron 95,5 0,1%, 98,8 0,1%, 85,7 0,8%, 100 0,1%, 71,4 1,7%, 63,8 1,9% y 94,2 0,5%.

Así también, Bai F. et al., (2023, p.1), menciona que la coagulación basada en el sulfato poliférrico (PFS) eliminó eficazmente los contaminantes refractarios como los orgánicos macromoleculares (MMO), los compuestos de anillo bencénico (BRC), el ácido húmico (HA) y el ácido fúlvico (FvA) en el lixiviado de vertedero, con tasas medias de eliminación del 78,3%, 53,5%, 34.

En cuanto al pH en las tablas 3, 4 y 5 el valor de pH se mantuvo en un rango de 5 a 7, siendo valores estables y permitidos según ley.

Así, Díaz A. et al., (2022, p.1), señala que, para el tratamiento biológico del lixiviado de vertedero, la regulación del pH resultó ser esencial; además, se descubrió que la adición de fuentes de carbono y nitrógeno mejoraba la

producción de enzimas y su capacidad para eliminar color y demanda biológica de oxígeno soluble (sBOD).

Por su parte Turan A. et al., (2023, p.1), demostró que para Al^{3+} y Fe^{3+} , los niveles óptimos de pH fueron 5,0 y 4,0, respectivamente. Estos niveles de pH están por debajo de los reconocidos como eficaces para los coagulantes.

Pero, además, Alfaia R. et al., (2023, p.1), sugieren que, independientemente del coagulante empleado, el pretratamiento de los lixiviados redujo el ensuciamiento de las membranas en más de un 50%.

Del mismo modo, a medida que aumenta la dosis de oxidante de peróxido de hidrógeno (H_2O_2), disminuyen los valores del parámetro DQO. Además, el hecho de que el valor de DQO disminuyera de 5315 mg/L a 377 mg/L al cabo de 120 minutos indica que el tiempo contribuye significativamente a la reducción de contaminantes.

Siendo así como Nabi M. et al., (2022, p.1); examinó el uso de grafito en el tratamiento de lixiviados de vertedero alcanzando una eliminación de la demanda química de oxígeno (DQO) del 78%.

Para el parámetro DBO, las concentraciones van disminuyendo a medida que se aumenta la dosis de oxidante Peróxido de Hidrogeno (H_2O_2), así mismo influye positivamente el tiempo de tratamiento ya que a mayor tiempo mayor remoción obteniendo hasta un valor de 201 mg/L en referencia al valor inicial.

Pero ello fue refutado por, Li Z. et al., (2020, p.1), quien al aplicar biocarbón en un periodo de 30 minutos alcanzando altas eficiencias del 99,68%, 100%, 100% y 78,27%, para el azul de metileno (MB), el naranja ácido 7, la rodamina B, la atrazina y la ciprofloxacina y para el BQO el 68,43% del lixiviado de vertedero.

Para ST, las concentraciones van disminuyendo a medida que se aumenta la dosis de oxidante Peróxido de Hidrogeno (H_2O_2), así mismo influye positivamente el tiempo de tratamiento ya que a mayor tiempo mayor remoción obteniendo hasta un valor de 219 mg/L en referencia al valor inicial.

Las concentraciones del parámetro turbidez disminuyen a medida que se aumenta la dosis de oxidante Peróxido de Hidrogeno (H_2O_2), y el tiempo de tratamiento obteniendo hasta un valor de 49 NTU en referencia al valor inicial.

Por último, para el plomo, las concentraciones disminuyen eficientemente a medida que se aumenta la dosis de oxidante Peróxido de Hidrogeno (H₂O₂), y el tiempo de tratamiento obteniendo hasta un valor promedio de 0.03 mg/L con referencia al valor inicial.

Pero Antony J. et al., (2020, p.1), presenta oposición a lo señalado en el estudio, mencionando que, en el tratamiento fisicoquímico, con un tiempo de 20 minutos y una dosis de ZVAI de 10 g L⁻¹ a un pH inicial de 1,5, el sistema ZVAI-ácido alcanzó una eficacia de eliminación de DQO del 83%. Las eficacias máximas de exclusión de COT, DQO y color fueron del 83,52%, 96% y 63,71% en los sistemas de tratamiento dispuestos en el siguiente orden: ZVAI/H+/Aire/HP/PS > ZVAI/H+/Aire/PS > ZVAI/H+/Aire > ZVAI/H+.

De acuerdo al segundo problema específico, los valores finales de los parámetros después de los procesos fisicoquímico y biológico, en el tratamiento de lixiviados aplicando el tratamiento biológico logró reducir los valores por debajo de los Límites Máximos Permisibles.

El análisis del parámetro DQO, fue disminuyendo a medida que se aumentó el tiempo de tratamiento y las dosis del coagulante, obteniendo mejor resultado en un tiempo de 120 minutos y dosis de 110 gramos de almidón de plátano.

Resultados similares se presentaron en el estudio de Lavudya S. et al., (2023, p.1), en el que se obtuvo eliminación de DQO y amoníaco para los métodos de tratamiento Fenton y estruvita del 60%, 25%, 30% y 65%, respectivamente. Con los parámetros preoptimizados, los procesos de Fenton y estruvita se llevaron a cabo sucesivamente, y se observó una eliminación máxima de DQO y amoníaco del 89% y 78%.

Para el DBO, la concentración final fue relevante ante la concentración inicial ya que se tuvo una reducción considerable, teniendo en cuenta el aumento en el tiempo de tratamiento y las dosis del coagulante, obteniendo mejor resultado en un tiempo de 120 minutos y dosis de 110 gramos de almidón de plátano.

De forma similar a los parámetros anteriores, el parámetro de sólidos en suspensión también mostró un descenso significativo, como se observa en las tablas 27, 28 y 29 siguientes. En consecuencia, la concentración final fue relevante para la concentración inicial.

Con el parámetro de turbidez la reducción fue notoria, tanto en el análisis de observación como de concentración.

Finalmente, el análisis de plomo de este segundo tratamiento biológico arrojó resultados muy eficaces, ya que la concentración descendió a 0,46 mg/L desde su valor inicial.

De acuerdo al problema específico 3, las especificaciones técnicas, físicas y químicas en el tratamiento biológico son por el proceso la coagulación, por la muestra el lixiviado de botadero, por el volumen de muestra 1000ml, por la materia prima el almidón de plátano y arcilla, por la dosis 110 gramos de almidón de plátano y 55 gramos de Arcilla, por el tiempo 20 minutos, por el método el tes de jarras y por la velocidad de agitación 250 rpm; mientras que para el proceso fisicoquímico, su la especificación para el proceso es la Oxidación Avanzada – Proceso fenton, para la muestra el lixiviado de botadero, por el volumen de muestra los 1000ml, por el insumo químico aplicado el sulfato ferroso y peróxido de hidrogeno, por la dosis, 5 ml de Sulfato ferroso y 20 ml de Peróxido de hidrogeno, por el tiempo 30 minutos, por el método el tes de jarras y por la velocidad de agitación 250 rpm.

VI. CONCLUSIÓN

Mediante los resultados obtenidos entre los procesos fisicoquímico y biológico se pudo determinar que la eficiencia de dichos procesos en el tratamiento de lixiviados de un botadero de San Juan de Lurigancho es eficiente, ya que ambos pudieron lograr reducir los valores de los diferentes parámetros que sobrepasaban los LMP; siendo así como se detalla en los siguientes puntos:

1. De acuerdo a los resultados obtenidos, las características fisicoquímicas analizadas del lixiviado obtenido del botadero de San Juan de Lurigancho presenta parámetros que superan los Límites Máximos Permisibles (Lmp) de Efluentes de Infraestructuras de Residuos Sólidos (Decreto Supremo N° - 2009 – MINAM).
2. Los valores finales de los parámetros después de los procesos fisicoquímico y biológico, en el tratamiento de lixiviados aplicando el tratamiento fisicoquímico logró reducir los valores por debajo de los Límites Máximos Permisibles, así también en el tratamiento de lixiviados aplicando el tratamiento biológico logró reducir los valores por debajo de los Límites Máximos Permisibles.
3. Las especificaciones técnicas físicas y químicas de los tratamientos tanto fisicoquímico como biológico aptas para tratar los parámetros de estudio y que estos estén dentro de los LMP son en el tratamiento biológico un proceso de coagulación a una muestra de 1000 ml de lixiviado del botadero con 110 gramos de almidón de plátano con 55 gramos de arcilla, sometido a un tiempo de 20 minutos dentro del floculador y con una agitación de 250, del mismo modo para el tratamiento fisicoquímico con un proceso de oxidación avanzada - proceso fenton se realizó el tratamiento de 1000 ml de lixiviado utilizando como catalizador 5 ml de sulfato ferroso y oxidante 20 ml de peróxido de hidrogeno al método de jarras durante 30 minutos a 250 rpm

VII. RECOMENDACIONES

Para desarrollar una comprensión más completa de los tratamientos por contaminación de lixiviados de vertederos en Perú y América Latina, es necesario realizar más investigaciones sobre el estado actual de la contaminación de los vertederos y sus efectos en los cuerpos de agua y suelo en todos los sitios; además es debido realizar las siguientes recomendaciones:

1. Ante los estudios fisicoquímicos y biológicos realizados se sugiere aplicar el profe fisicoquímico inicialmente para incrementar la biodegradabilidad y reducir el amoniaco antes del proceso biológico.
2. Además de la biorremediación estándar, también se utilizan métodos de biorremediación alternativos, como el uso de microorganismos, que pueden aprovechar sus capacidades metabólicas inherentes para transformarlos en nuevas entidades biológicas de interés.
3. Del mismo modo, se aconseja una etapa de pretratamiento, ya que los procedimientos no se aconsejan como etapa única en un tratamiento de lixiviados de vertedero.

REFERENCIAS

1. ABBAS, Muhammad Ahtisham, et al. Microcontaminants in wastewater. En *Environmental micropollutants*. Elsevier, 2022. p. 315-329.
Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-90555-8.00018-0>
2. AHMED, Talaat A.; ABOU ELEZZ, Ahmed; AL-SAYED, Noura H. Dataset of allelopathic effects of *Casuarina equisetifolia*-L leaf aquatic extract on seed germination and growth of selected plant crops. *Data in brief*, 2019, vol. 27, p. 104770.
Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.11.496>
3. ALEXANDROV, R. A.; FEKLISTOV, D. Yu. Study of the processes of Physicochemical treatment of landfill leachate. En *Journal of Physics: Conference Series*.
IOP Publishing, 2020. p. 012035.
Disponible en: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1696/1/012035>
4. ALFAIA, Raquel Greice de Souza Marotta, et al. Landfill leachate pretreatment effects on nanofiltration and reverse osmosis membrane performance. *Process Safety and Environmental Protection*, 2023, vol. 172, p. 273-281. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.psep.2023.02.038>
5. ALZAMORA, Bruno Ribas, et al. Forecasting and the influence of socioeconomic factors on municipal solid waste generation: A literature review. *Environmental Development*, 2022, p. 100734.
Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.envdev.2022.100734>
6. ANTONY, Jismy, et al. Stabilized landfill leachate treatment by zero valent aluminium-acid system combined with hydrogen peroxide and persulfate based advanced oxidation process. *Waste Management*, 2020, vol. 106, p. 1-11.
Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.03.005>
7. APARICIO, Juan Daniel, et al. The current approach to soil remediation: A review of physicochemical and biological technologies, and the potential of their strategic combination. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 2022, vol. 10, no 2, p. 107141.

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jece.2022.107141>

8. BAI, Fuliang, et al. Effective and mechanistic insights into reverse osmosis concentrate of landfill leachate treatment using coagulation-catalytic ozonation/bioaugmentation-based AnMBR. *Chemical Engineering Journal*, 2023, vol. 463, p. 142430.

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cej.2023.142430>

9. BISHT, Tribhuwan Singh; KUMAR, Dinesh; ALAPPAT, Babu J. Revised leachate pollution index (r-LPI): a tool to quantify the contamination potential of landfill leachate. *Process Safety and Environmental Protection*, 2022, vol. 168, p. 11421154.

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.psep.2022.10.052>

10. CAHYANA, Gede H.; SUWANDHI, P.; MULYANI, T. Novel helical or coiled flocculator for turbidity reduction in drinking water treatment: a performance study. En *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing, 2021. p. 012009.

Disponible en: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/623/1/012009>

11. CASTRO MALDONADO, John Jairo; GÓMEZ MACHO, Leidy Katherine; CAMARGO CASALLAS, Esperanza. La investigación aplicada y el desarrollo experimental en el fortalecimiento de las competencias de la sociedad del siglo XXI. *Tecnura*, 2023, vol. 27, no 75, p. 140-174.

Disponible en: <https://doi.org/10.14483/22487638.19171>

12. CHATTERJEE, Shreosi, et al. Prospects and scope of microbial bioremediation for the restoration of the contaminated sites. En *Microbial Biodegradation and Bioremediation*. Elsevier, 2022. p. 3-31.

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85455-9.00011-4>

13. CHELLIAPAN, Shreeshivadasan, et al. Anaerobic treatment of municipal solid waste landfill leachate. En *Bioreactors*. Elsevier, 2020. p. 175-193.

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821264-6.00011-5>

14. CHEN, David Meng-Chuen, et al. The world's growing municipal solid waste: Trends and impacts. *Environmental Research Letters*, 2020, vol. 15, no 7, p. 074021.
Disponible en: <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab8659>
14. CHERNI, Yasmin, et al. Recent technologies for leachate treatment: a review. *Euro-Mediterranean Journal for Environmental Integration*, 2021, vol. 6, p. 1-20.
Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s41207-021-00286-z>
15. COSSU, Raffaello; STEGMANN, Rainer. *Solid waste landfilling: Concepts, processes, technology*. Elsevier, 2018.
Disponible en: <https://books.google.es/books?id=G6cBAAQBAJ&lpg=PP1&ots=rSGMtgDzX3&dq=Solid%20Waste%20Landfilling&lr&hl=es&pg=PP1#v=onepage&q=Solid%20Waste%20Landfilling&f=false>
16. CRISTÓBAL, Jorge, et al. Climate change mitigation potential of transitioning from open dumpsters in Peru: Evaluation of mitigation strategies in critical dumpsites. *Science of The Total Environment*, 2022, vol. 846, p. 157295. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.157295>
17. DE CARLUCCIO, Marco, et al. Co-treatment of landfill leachate with urban wastewater by chemical, physical and biological processes: Fenton oxidation preserves autochthonous bacterial community in the activated sludge process. *Chemosphere*, 2023, vol. 313, p. 137578.
Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.137578>
18. DÍAZ, Ana Isabel; LACA, Adriana; DÍAZ, Mario. Approach to a fungal treatment of a biologically treated landfill leachate. *Journal of Environmental Management*, 2022, vol. 322, p. 116085.
Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.116085>
19. GABRIEL-ORTEGA, Julio. Cómo se genera una investigación científica que luego sea motivo de publicación. *Journal of the Selva Andina Research Society*, 2017, vol. 8, no 2, p. 155-156.

Disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2072-92942017000200008

20. GARCÍA-ÁVILA, Fernando, et al. Vertical tubular flocculator: Alternative technology for the improvement of drinking water treatment processes in rural areas. *Journal of Environmental Management*, 2023, vol. 331, p. 117342. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.117342>
21. GENETHLIOU, C., et al. Treatment of raw sanitary landfill leachate using a hybrid pilot-scale system comprising adsorption, electrocoagulation and biological process. *Journal of Environmental Management*, 2023, vol. 330, p. 117129. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.117129>
22. GHOSH, Arpita; KUMAR, Sunil; DAS, Jit. Impact of leachate and landfill gas on the ecosystem and health: Research trends and the way forward towards sustainability. *Journal of Environmental Management*, 2023, vol. 336, p. 117708. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.117708>
23. GRIPA, Everton, et al. Landfill Leachate Treatment by Membrane-based and Advanced Oxidation Techniques with a focus on Ecotoxicity and By-products Management: A Review. *Process Safety and Environmental Protection*, 2023. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.psep.2023.03.074>
24. Hans-Jürgen Ehrig, Rainer Stegmann. Chapter 10.2 - Leachate Quality. *Solid Waste Landfilling. Concepts, Processes, Technologies*. 2018, Pages 511-539. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-407721-8.00026-7>
25. HU, Limin, et al. Catalytic degradation of p-nitrophenol by magnetically recoverable Fe₃O₄ as a persulfate activator under microwave irradiation. *Chemosphere*, 2020, vol. 240, p. 124977. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.124977>
26. IKEHATA, Keisuke; LI, Yuan. Ozone-based processes. En *Advanced oxidation processes for waste water treatment*. Academic Press, 2018. p. 115-134. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-810499-6.00005-X>

27. JAYANTHI, B., et al. Selected microbial diversity of contaminated landfill soil of Peninsular Malaysia and the behavior towards heavy metal exposure. *Catena*, 2017, vol. 147, p. 25-31.

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.catena.2016.06.033>

28. KAZA, Silpa, et al. *What a waste 2.0: a global snapshot of solid waste management to 2050*. World Bank Publications, 2018.

Disponible

en:

[https://books.google.es/books?id=bnN_DwAAQBAJ&lpg=PP13&ots=f9U9Drb1K8&dq=Kaza%2C%20S.%2C%20Yao%2C%20L.C.%2C%20Bhada-Tata%2C%20P.%2C%20Van%20Woerden%2C%20F.%2C%202018.%20What%20a%20Waste%202.0%3A%20A%20Global%20Snapshot%20of%20Solid%20Waste%20Management%20to%202050.%20Urban%20Development.%20World%20Bank%2C%20Washington%2C%20DC%20\(accessed%2008%20May%202021\).%20&lr&hl=es&pg=PP13#v=onepage&q&f=false](https://books.google.es/books?id=bnN_DwAAQBAJ&lpg=PP13&ots=f9U9Drb1K8&dq=Kaza%2C%20S.%2C%20Yao%2C%20L.C.%2C%20Bhada-Tata%2C%20P.%2C%20Van%20Woerden%2C%20F.%2C%202018.%20What%20a%20Waste%202.0%3A%20A%20Global%20Snapshot%20of%20Solid%20Waste%20Management%20to%202050.%20Urban%20Development.%20World%20Bank%2C%20Washington%2C%20DC%20(accessed%2008%20May%202021).%20&lr&hl=es&pg=PP13#v=onepage&q&f=false)

29. KHOO, K. S., et al. Treatment for landfill leachate via physicochemical approaches: an overview. *Chemical and Biochemical Engineering Quarterly*, 2020, vol. 34, no 1, p. 1-24.

Disponible en: <https://doi.org/10.15255/CABEQ.2019.1703>

30. LAVUDYA, Sushma, et al. Treatment of landfill leachate using advanced oxidation process and struvite precipitation processes. *Materials Today: Proceedings*, 2023.

Disponible : <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.01.047>

31. LI, Zhendong, et al. Biochar supported CuO composites used as an efficient peroxydisulfate activator for highly saline organic wastewater treatment. *Science of the Total Environment*, 2020, vol. 721, p. 137764. Disponible en:

<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137764>

32. LIN, Jiuyang, et al. Sustainable management of landfill leachate concentrate via nanofiltration enhanced by one-step rapid assembly of metal-organic coordination complexes. *Water Research*, 2021, vol. 204, p. 117633. Disponible en:

<https://doi.org/10.1016/j.watres.2021.117633>

33. MA, Shijun, et al. Leachate from municipal solid waste landfills in a global perspective: Characteristics, influential factors and environmental risks. *Journal of Cleaner Production*, 2022, vol. 333, p. 130234.
Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.130234>
34. MARGALLO, María, et al. Enhancing waste management strategies in Latin America under a holistic environmental assessment perspective: A review for policy support. *Science of the Total Environment*, 2019, vol. 689, p. 1255-1275.
Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.06.393>
35. MOR, Suman; RAVINDRA, Khaiwal. Municipal solid waste landfills in lower-and middle-income countries: Environmental impacts, challenges and sustainable management practices. *Process Safety and Environmental Protection*, 2023.
Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.psep.2023.04.014>
36. Mynepalli K.C. Sridhar, Akinwale O. Coker, Olalekan I. Shittu, Temitope A. Laniyan, Chibueze G. Achi. Chapter 9 - Phytotechnologies in wastewater treatment: A low-cost option for developing countries. *Sustainable Water Engineering*. 2020, Pages 137-164.
Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816120-3.00005-1>
37. NABI, Mohammad, et al. Landfill leachate treatment by graphite engineered anaerobic membrane bioreactor: Performance enhancement and membrane fouling mitigation. *Environmental Research*, 2022, vol. 214, p. 114010. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.114010>
38. PARVIN, Fahmida; TAREQ, Shafi M. Impact of landfill leachate contamination on surface and groundwater of Bangladesh: a systematic review and possible public health risks assessment. *Applied water science*, 2021, vol. 11, no 6, p. 100.
Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s13201-021-01431-3>
39. PAUL, Sarmistha, et al. Assessing the ecological impacts of ageing on hazard potential of solid waste landfills: A green approach through vermitechnology. *Journal of Cleaner Production*, 2019, vol. 236, p. 117643. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117643>
40. PRASANNAKUMARAN, K. M., et al. Nanopowdered biochar materials as a selective coating in solar flat plate collectors. En *Nanomaterials*. Academic Press, 2021. p. 663-676.

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822401-4.00016-7>

41. RAJOO, Keeren Sundara, et al. Evaluating the leachate contamination impact of landfills and open dumpsites from developing countries using the proposed Leachate Pollution Index for Developing Countries (LPIDC). *Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management*, 2020, vol. 14, p. 100372. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.enmm.2020.100372>

42. THOMAS, Marie-Florence; BURGESS, Christopher; THOMAS, Olivier. Physical and aggregation properties. En *UV-Visible Spectrophotometry of Waters and Soils*. Elsevier, 2022. p. 233-258.

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-90994-5.00004-6>

43. TURAN, Ayşenur, et al. A techno-economical assessment of treatment by coagulation-flocculation with aluminum and iron-bases coagulants of landfill leachate membrane concentrates. *Chemosphere*, 2023, p. 137750. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2023.137750>

44. VACCARI, Mentore; TUDOR, Terry; VINTI, Giovanni. Characteristics of leachate from landfills and dumpsites in Asia, Africa and Latin America: an overview. *Waste management*, 2019, vol. 95, p. 416-431.

Disponible: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.06.032>

45. Vitthal S. Kulkarni Ph.D., Charles Shaw Ph.D. Chapter 11 - Miscellaneous Physical, Chemical, and Microbiological Test Methods. *Essential Chemistry for Formulators of Semisolid and Liquid Dosages*. 2016, Pages 193-221. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-801024-2.00011-X>

46. XU, Lei, et al. Discovering dominant ammonia assimilation: Implication for highstrength nitrogen removal in full scale biological treatment of landfill leachate. *Chemosphere*, 2023, vol. 312, p. 137256.

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.137256>

47. ZIEGLER-RODRIGUEZ, Kurt, et al. Transitioning from open dumpsters to landfilling in Peru: Environmental benefits and challenges from a life-cycle perspective. *Journal of Cleaner Production*, 2019, vol. 229, p. 989-1003. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.015>

48. YOUCAI, Zhao. *Pollution control technology for leachate from municipal solid waste: landfills, incineration plants, and transfer stations*. Butterworth-Heinemann, 2018.

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815813-5.00012-7>

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de categorización apriorística

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
Variable dependiente: tratamiento de lixiviados de un botadero	Los lixiviados de vertederos plantean riesgos significativos para el medio ambiente y la salud humana y se puede tratar mediante tratamientos individuales como mediante la combinación de más de una técnica como lo son los procesos fisicoquímicos o biológicos y es que por presentar una composición difícil y niveles elevados de contaminantes; mediante los tratamientos se busca eliminar el DBO, DQO, SST, entre otros y reducirlos ante que se encuentren por debajo de	Se realizar 7 tratamientos de 7 parámetros fisicoquímicos, en el cual cada tratamiento tendrá 4 repeticiones, el cual variará el tiempo en 10, 15, 20 y 25 minutos para cada uno, y cada repetición será triplicado para obtener un promedio final; los tratamientos serán tratados con Fe^{+2} y H_2O_2 mediante un volumen de muestra de 1000 ml y una dosis de Fe^{+2} de 10 ml	Tiempo	10	minutos
				15	minutos
				20	minutos
				25	minutos

	los límites permisibles (Ma S. et al., 2022, p.1).				
<p>Variable independiente:</p> <p>Comparación de proceso fisicoquímico y biológico</p>	<p>El proceso fisicoquímico y biológico son complementarios, donde el tratamiento biológico elimina predominantemente los residuos orgánicos, mientras que el tratamiento fisicoquímico elimina sobre todo partículas sólidas, metales pesados, amoníaco y otros contaminantes de los lixiviados (Ahmed T. et al., 2019, p.1)</p>	<p>Se determinará que tratamiento si el biológico o fisicoquímico es el que presentó mayor eficiencia, ello mediante la comparación de los valores de los parámetros fisicoquímicos finales después de los procesos fisicoquímico y biológico, en el tratamiento de lixiviados de un botadero de San Juan de Lurigancho</p>	<p>Parámetros fisicoquímicos</p>	T	°C
				pH	-
				DBO	mg/L
				DQO	mg/L
				ST	mg/L
				Ce	NTU

				Turbidez	mg/L
--	--	--	--	----------	------

SOLICITUD: Validación de instrumento de recolección de datos.

MG. GARZON FLORES, ALCIDES

Yo RIVAS JULCARIMA CANDY BEATRIZ con DNI N° 74399775, alumna de la Universidad Cesar Vallejo de Ingeniería Ambiental, asesorado por el ingeniero SERNAQUE AUCCAHUASI, FERNANDO ANTONIO, me dirijo a usted con el debido respeto me presento y le manifiesto:

Que siendo requisito indispensable el recojo de datos necesarios para la tesis que vengo elaborando titulada: **“Comparación de proceso fisicoquímico y biológico, en el tratamiento de lixiviados de un botadero de San Juan de Lurigancho, 2023”** solicito a Ud. Se sirva validar el instrumento que le adjunto bajo los criterios académicos correspondientes.

Para este efecto adjunto los siguientes documentos:

- Ficha de evaluación
- Instrumento
- Matriz de operacionalización de variables

Por tanto:

A usted, ruego acceder mi petición.



.....
TESISTA RIVAS JULCARIMA CANDY BEATRIZ
DNI: 74399775

Lima, 23 de junio del 2023

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. **Apellidos y Nombres:** MG. GARZON FLORES, ALCIDES
- 1.2. **Cargo e institución donde labora:** Docente / UCV Lima Este
- 1.3. **Especialidad o línea de investigación:** Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático
- 1.4. **Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Recolección de la muestra
- 1.5. **Autor(A) de Instrumento:** RIVAS JULCARIMA CANDY BEATRIZ

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN 90%



Lima, 23 de junio de 2023

MG. GARZON FLORES, ALCIDES CIP: 212079

Ficha 1: Recolección de la muestra						
Título de la tesis	Comparación de proceso fisicoquímico y biológico, en el tratamiento de lixiviados de un botadero de San Juan de Lurigancho, 2023					
Responsables	RIVAS JULCARIMA CANDY BEATRIZ					
Asesor	Dr. Ing. SERNAQUE AUCCAHUASI, FERNANDO ANTONIO					
Línea de investigación	Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático					
Lugar	San Juan de Lurigancho – Mariscal Cáceres					
Fecha	23/06/2023				Hora	
Muestras	Ubicación			Toma de muestras		Peso de muestra
Lixiviados						
Georreferenciación						
Protocolo de toma de muestra						
Materiales						

Ficha 2: Características fisicoquímicas

Título del proyecto	Comparación de proceso fisicoquímico y biológico, en el tratamiento de lixiviados de un botadero de San Juan de Lurigancho, 2023					
Responsables	RIVAS JULCARIMA CANDY BEATRIZ					
Asesor	Dr. Ing. SERNAQUE AUCCAHUASI, FERNANDO ANTONIO					
Línea de investigación	Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático					
Lugar	San Juan de Lurigancho – Mariscal Cáceres					
Fecha	23/06/2023				Hora	
Muestra	Características del lixiviado			indicadores		
T					°C	
pH					-	
DBO					(mg/L)	
DQO					(mg/L)	
ST (mg/l)					(mg/L)	
TURBIDEZ					NTU	
PLOMO					(mg/L)	

Ficha 3: Proceso Físicoquímico Oxidación Avanzada

Título del proyecto	Comparación de proceso físicoquímico y biológico, en el tratamiento de lixiviados de un botadero de San Juan de Lurigancho, 2023							
Responsables	RIVAS JULCARIMA CANDY BEATRIZ							
Asesor	Dr. Ing. SERNAQUE AUCCAHUASI, FERNANDO ANTONIO							
Línea de investigación	Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático							
Lugar	San Juan de Lurigancho – Mariscal Cáceres							
Fecha	23/06/2023					Hora		
Contaminante						Concentración inicial		
Características del tratamiento	Corridas					Promedio		Observaciones
Tiempo	5	10	15	20	25			
Volumen de muestra								
Dosis de H ₂ O ₂								
pH								
Dosis de catalizador FeSO ₄								

Ficha 4: Proceso Biológico - Uso de coagulante natural en base de almidón de plátano y arcilla

Título del proyecto	Comparación de proceso fisicoquímico y biológico, en el tratamiento de lixiviados de un botadero de San Juan de Lurigancho, 2023					
Responsables	RIVAS JULCARIMA CANDY BEATRIZ					
Asesor	Dr. Ing. SERNAQUE AUCCAHUASI, FERNANDO ANTONIO					
Línea de investigación	Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático					
Lugar	San Juan de Lurigancho – Mariscal Cáceres					
Fecha	23/06/2023			Hora		
Contaminante				Concentración inicial		
Características del tratamiento	Corridas			Promedio		Observaciones
Tiempo	10	20	30			
Volumen de muestra						
Dosis de coagulante						
pH						
Dosis de arcilla						

SOLICITUD: Validación de instrumento de recolección de datos.

MG. CABELLO TORRES RITA JAQUELINE

Yo RIVAS JULCARIMA CANDY BEATRIZ con DNI N° 74399775, alumna de la Universidad Cesar Vallejo de Ingeniería Ambiental, asesorado por el ingeniero SERNAQUE AUCCAHUASI, FERNANDO ANTONIO, me dirijo a usted con el debido respeto me presento y le manifiesto:

Que siendo requisito indispensable el recojo de datos necesarios para la tesis que vengo elaborando titulada: **“Comparación de proceso fisicoquímico y biológico, en el tratamiento de lixiviados de un botadero de San Juan de Lurigancho, 2023”** solicito a Ud. Se sirva validar el instrumento que le adjunto bajo los criterios académicos correspondientes.

Para este efecto adjunto los siguientes documentos:

- Ficha de evaluación
- Instrumento
- Matriz de operacionalización de variables

Por tanto:

A usted, ruego acceder mi petición.



.....
TESISTA RIVAS JULCARIMA CANDY BEATRIZ
DNI: 74399775

Lima, 23 de junio del 2023

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. **Apellidos y Nombres:** MG. CABELLO TORRES RITA JAQUELINE
- 1.2. **Cargo e institución donde labora:** Docente / UCV Lima Este
- 1.3. **Especialidad o línea de investigación:** Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático
- 1.4. **Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Características fisicoquímicas
- 1.5. **Autor(A) de Instrumento:** RIVAS JULCARIMA CANDY BEATRIZ

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN 85%

Lima, 23 de junio de 2023

 MG. CABELLO TORRES RITA JAQUELINE
 CIP: 145791

Ficha 1: Recolección de la muestra						
Título de la tesis	Comparación de proceso fisicoquímico y biológico, en el tratamiento de lixiviados de un botadero de San Juan de Lurigancho, 2023					
Responsables	RIVAS JULCARIMA CANDY BEATRIZ					
Asesor	Dr. Ing. SERNAQUE AUCCAHUASI, FERNANDO ANTONIO					
Línea de investigación	Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático					
Lugar	San Juan de Lurigancho – Mariscal Cáceres					
Fecha	23/06/2023				Hora	
Muestras	Ubicación			Toma de muestras		Peso de muestra
Lixiviados						
Georreferenciación						
Protocolo de toma de muestra						
Materiales						

Ficha 2: Características fisicoquímicas

Título del proyecto	Comparación de proceso fisicoquímico y biológico, en el tratamiento de lixiviados de un botadero de San Juan de Lurigancho, 2023					
Responsables	RIVAS JULCARIMA CANDY BEATRIZ					
Asesor	Dr. Ing. SERNAQUE AUCCAHUASI, FERNANDO ANTONIO					
Línea de investigación	Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático					
Lugar	San Juan de Lurigancho – Mariscal Cáceres					
Fecha	23/06/2023				Hora	
Muestra	Características del lixiviado			indicadores		
T					°C	
pH					-	
DBO					(mg/L)	
DQO					(mg/L)	
ST (mg/l)					(mg/L)	
TURBIDEZ					NTU	
PLOMO					(mg/L)	

Ficha 3: Proceso Físicoquímico Oxidación Avanzada

Título del proyecto	Comparación de proceso físicoquímico y biológico, en el tratamiento de lixiviados de un botadero de San Juan de Lurigancho, 2023							
Responsables	RIVAS JULCARIMA CANDY BEATRIZ							
Asesor	Dr. Ing. SERNAQUE AUCCAHUASI, FERNANDO ANTONIO							
Línea de investigación	Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático							
Lugar	San Juan de Lurigancho – Mariscal Cáceres							
Fecha	23/06/2023					Hora		
Contaminante						Concentración inicial		
Características del tratamiento	Corridas					Promedio		Observaciones
Tiempo	5	10	15	20	25			
Volumen de muestra								
Dosis de H ₂ O ₂								
pH								
Dosis de catalizador FeSO ₄								

Ficha 4: Proceso Biológico - Uso de coagulante natural en base de almidón de plátano y arcilla

Título del proyecto	Comparación de proceso fisicoquímico y biológico, en el tratamiento de lixiviados de un botadero de San Juan de Lurigancho, 2023					
Responsables	RIVAS JULCARIMA CANDY BEATRIZ					
Asesor	Dr. Ing. SERNAQUE AUCCAHUASI, FERNANDO ANTONIO					
Línea de investigación	Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático					
Lugar	San Juan de Lurigancho – Mariscal Cáceres					
Fecha	23/06/2023			Hora		
Contaminante				Concentración inicial		
Características del tratamiento	Corridas			Promedio		Observaciones
Tiempo	10	20	30			
Volumen de muestra						
Dosis de coagulante						
pH						
Dosis de arcilla						

SOLICITUD: Validación de instrumento de recolección de datos.

ESPINOZA FARFAN, EDUARDO RONALD

Yo RIVAS JULCARIMA CANDY BEATRIZ con DNI N° 74399775, alumna de la Universidad Cesar Vallejo de Ingeniería Ambiental, asesorado por el ingeniero SERNAQUE AUCCAHUASI, FERNANDO ANTONIO, me dirijo a usted con el debido respeto me presento y le manifiesto:

Que siendo requisito indispensable el recojo de datos necesarios para la tesis que vengo elaborando titulada: **“Comparación de proceso fisicoquímico y biológico, en el tratamiento de lixiviados de un botadero de San Juan de Lurigancho, 2023”** solicito a Ud. Se sirva validar el instrumento que le adjunto bajo los criterios académicos correspondientes.

Para este efecto adjunto los siguientes documentos:

- Ficha de evaluación
- Instrumento
- Matriz de operacionalización de variables

Por tanto:

A usted, ruego acceder mi petición.



.....
TESISTA RIVAS JULCARIMA CANDY BEATRIZ
DNI: 74399775

Lima, 23 de junio del 2023

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. **Apellidos y Nombres:** ESPINOZA FARFAN, EDUARDO RONALD
- 1.2. **Cargo e institución donde labora:** Docente / UCV Lima Este
- 1.3. **Especialidad o línea de investigación:** Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático
- 1.4. **Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Proceso Físicoquímico Oxidación Avanzada
- 1.5. **Autor(A) de Instrumento:** RIVAS JULCARIMA CANDY BEATRIZ

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			

X

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN 85%

Lima, 23 de junio de 2023



ESPINOZA FARFAN, EDUARDO RONALD
 CIP: 92135

Ficha 1: Recolección de la muestra

Título de la tesis	Comparación de proceso fisicoquímico y biológico, en el tratamiento de lixiviados de un botadero de San Juan de Lurigancho, 2023				
Responsables	RIVAS JULCARIMA CANDY BEATRIZ				
Asesor	Dr. Ing. SERNAQUE AUCCAHUASI, FERNANDO ANTONIO				
Línea de investigación	Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático				
Lugar	San Juan de Lurigancho – Mariscal Cáceres				
Fecha	23/06/2023			Hora	
Muestras	Ubicación		Toma de muestras		Peso de muestra
Lixiviados					
Georreferenciación					
Protocolo de toma de muestra					
Materiales					

Ficha 2: Características fisicoquímicas

Título del proyecto	Comparación de proceso fisicoquímico y biológico, en el tratamiento de lixiviados de un botadero de San Juan de Lurigancho, 2023					
Responsables	RIVAS JULCARIMA CANDY BEATRIZ					
Asesor	Dr. Ing. SERNAQUE AUCCAHUASI, FERNANDO ANTONIO					
Línea de investigación	Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático					
Lugar	San Juan de Lurigancho – Mariscal Cáceres					
Fecha	23/06/2023				Hora	
Muestra	Características del lixiviado			indicadores		
T					°C	
pH					-	
DBO					(mg/L)	
DQO					(mg/L)	
ST (mg/l)					(mg/L)	
TURBIDEZ					NTU	
PLOMO					(mg/L)	

Ficha 3: Proceso Físicoquímico Oxidación Avanzada

Título del proyecto	Comparación de proceso físicoquímico y biológico, en el tratamiento de lixiviados de un botadero de San Juan de Lurigancho, 2023							
Responsables	RIVAS JULCARIMA CANDY BEATRIZ							
Asesor	Dr. Ing. SERNAQUE AUCCAHUASI, FERNANDO ANTONIO							
Línea de investigación	Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático							
Lugar	San Juan de Lurigancho – Mariscal Cáceres							
Fecha	23/06/2023					Hora		
Contaminante						Concentración inicial		
Características del tratamiento	Corridas					Promedio		Observaciones
Tiempo	5	10	15	20	25			
Volumen de muestra								
Dosis de H ₂ O ₂								
pH								
Dosis de catalizador FeSO ₄								

Ficha 4: Proceso Biológico - Uso de coagulante natural en base de almidón de plátano y arcilla

Título del proyecto	Comparación de proceso fisicoquímico y biológico, en el tratamiento de lixiviados de un botadero de San Juan de Lurigancho, 2023					
Responsables	RIVAS JULCARIMA CANDY BEATRIZ					
Asesor	Dr. Ing. SERNAQUE AUCCAHUASI, FERNANDO ANTONIO					
Línea de investigación	Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático					
Lugar	San Juan de Lurigancho – Mariscal Cáceres					
Fecha	23/06/2023			Hora		
Contaminante				Concentración inicial		
Características del tratamiento	Corridas			Promedio		Observaciones
Tiempo	10	20	30			
Volumen de muestra						
Dosis de coagulante						
pH						
Dosis de arcilla						

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PFQ-030-2022

Página 1 de 2

Expediente : 0TF22-002
 Solicitante : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO S.A.C.
 Dirección : AV. PARQUE N° 840 - SAN JUAN DE LURIGANCHO
 Instrumento : MEDIDOR DE CONDUCTIVIDAD
 Alcance de Indicación : 01 Us a 1280 Us 0
 Div. Min. de Escala (δ) (*) : 0.01 0
 Clase de Exactitud : No Indica
 Marca : CRISON
 Modelo : BASIC 30 EC
 Tipo de Indicación : Digital
 Procedencia : España
 Número de Serie : 223159
 Código de Identificación : No Indica
 Ubicación : Laboratorio de Biotecnología
 Fecha de Calibración : 2022 - 11 - 30
 Fecha de Emisión : 2022 - 12 - 01

Método de Calibración Empleado

Método de comparación directa entre las indicaciones de lectura del instrumento y disoluciones patrón. Tomando como referencia el procedimiento INDECOPUSNM PC-020. 2010 "Procedimiento de calibración de medidores de pH"

Observaciones

(*) Obtenida a partir de la División Mínima de Escala (δ) del equipo.

Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe utilizarse como certificado de conformidad de producto.

PRESITEC no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.

El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.

El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.

(**) Se adhirió una etiqueta "Calibrado" al equipo indicando la fecha de realizado.



HCPFQ-05-Rev 00

Certificados de laboratorio

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PFQ-030-2022

Página 2 de 2

Trazabilidad

Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales del National Institute of Standards and Technology (NIST) en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP)

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	Certif./Int. Calibración
Disolución Tampón 12.83 mEq PH a 25°C NIST - USA	Ampolla de 20 ml LI 1701240A U(x=2) 40.24	SI Analytica GmbH DN 65 350
Disolución Tampón 12.83 mEq PH a 25°C NIST - USA	Ampolla de 20 ml LI 11801150A U(x=2) 40.13	SI Analytica GmbH DN 65 350
Disolución Tampón 12.83 mEq PH a 25°C NIST - USA	Ampolla de 20 ml LI 1701240A U(x=2) 40	SI Analytica GmbH DN 65 350
Disolución Tampón 12.83 mEq PH a 25°C NIST - USA	Ampolla de 20 ml LI 1701240A U(x=2) 40	SI Analytica GmbH DN 65 350

Condiciones Ambientales

Condiciones Ambientales	Mínimo	Máximo
Temperatura	20.5 °C	20.8 °C
Humedad Relativa	60 %	69 %

Resultados de Calibración

Temperatura de Ensayo (°C)	Valor Certificado	Lectura de equipo	Error	Incertidumbre
25.0	12.80	12.83	0.03	0.14

Temperatura de Ensayo (°C)	Valor Certificado	Lectura de equipo	Error	Incertidumbre
25.0	12.80	12.81	0.01	0.15

Incertidumbre

La Incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con las Guías OIML G1-100-en: 2008 (JCGM 100: 2008) y OIML G1-104-en: 2009 (JCGM 104: 2009) "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en las Mediciones (GUM)", la cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tome en cuenta los factores de influencia durante la calibración.

La Incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo.
La Incertidumbre de medición reportada se denomina Incertidumbre Expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la Incertidumbre Estándar Combinada (u) por el Factor de Cobertura (k). Generalmente se expresa un factor k=2 para un Nivel de Confianza de aproximadamente 95%.

Fin del Certificado de Calibración

HCFFQ-05-Rev 00

INFORME DE ENSAYO N° 010- 2023

LABORATORIO DE BIOTECNOLOGIA – UCV

ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO


Tipo de ensayos: Análisis físico - químico
 Tipo de muestra: lixiviado
 Descripción de la muestra: líquido
 Muestra tomada por: Estudiante
 Lugar que se realizó el ensayo: Laboratorio de Biotecnología – UCV Lima Este
 Fecha de realización de ensayos: 21 de agosto 2023

Identificación de la Muestra	Temperatura	pH	DQO	DBO ₅	ST	Turbidez	Pb
	°C	Unidad	mg/l	mg/l	mg/l	NTU	mg/l
M-1	21	7,4	5315	858	3135	1109	1,42

*Los resultados emitidos válidos para desarrollo académico

dosis H ₂ O ₂ ml	Tiempo Minutos	pH	DQO	DBO ₅	ST	Turbidez	Pb
		Unidad	mg/l	mg/l	mg/l	NTU	mg/l
1	Corrida Inicial	7,2	5101	710	2065	1090	1,40
	R1	7,3	5080	730	2092	1072	1,45
	R2	7,1	4880	705	2058	1038	1,31
	R3	7,2	5020	728	2087	1017	1,19
5	Corrida Inicial	7,5	4720	625	1852	826	1,35
	R1	7,4	4629	610	1748	858	1,21
	R2	7,5	4605	625	1847	837	1,12
	R3	7,5	4701	615	1753	838	1,01
10	Corrida Inicial	6,8	2203	465	1042	440	1,08
	R1	6,9	2200	455	1038	436	0,95
	R2	6,9	2195	465	1043	441	0,89
	R3	6,8	2210	472	1036	434	0,72
15	Corrida Inicial	7,0	1408	485	735	212	0,70
	R1	6,9	1406	490	734	214	0,67
	R2	7,1	1495	401	726	226	0,58
	R3	7,1	1470	373	715	231	0,51
20	Corrida Inicial	7,5	1095	330	618	118	0,50
	R1	7,5	1080	325	615	124	0,47
	R2	7,5	1005	331	611	139	0,44
	R3	7,4	990	316	613	154	0,39

Método de Referencia: APHA-AWWA-WEF (2005)método 4500 H B · APHA-AWWA-WEF (2006) método 2550 B · APHA-AWWA-WEF (2005)método 2510 B · APHA-AWWA-WEF (2012) método 2540 C · SM 2130 B · Turbidity, Nephelometric Method. (2012): APHA-AWWA WEF (2012) APHA 5210 B · APHA-AWWA-WEF (2012) 5220 B


 Daniel Neciosup Gonzales
 Asistente Del Laboratorio
 De Biotecnología


 V.º B.º Mg. Sc. Freddy Pizarro
 Jefe de escuela Ingeniería Ambiental



INFORME DE ENSAYO N° 010- 2023

LABORATORIO DE BIOTECNOLOGIA - UCV

dosis H ₂ O ₂ ml		Tiempo	pH	DQO	DBO ₅	ST	Turbidez	Pb
		Minutos	Unidad	mg/l	mg/l	mg/l	NTU	mg/l
1	Corrida Inicial	60	7,5	4140	640	2070	750	1,18
	R1		7,4	4184	645	2057	772	1,15
	R2		7,4	4080	670	2070	768	1,11
	R3		7,5	4122	643	2098	777	1,03
5	Corrida Inicial		6,8	3099	520	1747	602	0,93
	R1		6,9	3049	505	1643	608	0,85
	R2		6,7	3157	520	1642	607	0,79
	R3		6,9	302	510	1648	603	0,70
10	Corrida Inicial		6,2	1003	460	1037	252	0,69
	R1		6,1	1013	450	1033	248	0,61
	R2		6,0	1035	460	1038	253	0,55
	R3		6,1	1002	467	1031	246	0,50
15	Corrida Inicial		5,7	690	365	631	115	0,45
	R1		5,8	685	373	630	118	0,36
	R2		5,7	667	361	619	122	0,29
	R3		5,8	683	368	613	115	0,20
20	Corrida Inicial		5,3	598	270	513	40	0,21
	R1		5,4	580	263	508	41	0,19
	R2		5,4	569	266	513	40	0,14
	R3		5,5	590	260	506	49	0,09
dosis H ₂ O ₂ ml		Tiempo	pH	DQO	DBO ₅	ST	Turbidez	Pb
		Minutos	Unidad	mg/l	mg/l	mg/l	NTU	mg/l
1	Corrida Inicial	120	7,6	3102	625	1837	660	1,10
	R1		7,8	3108	645	1833	680	1,0
	R2		7,9	3890	570	1832	678	0,91
	R3		7,8	3122	643	1838	687	0,82
5	Corrida Inicial		7,4	2721	520	727	575	0,80
	R1		7,3	2679	505	723	568	0,71
	R2		7,1	2655	520	728	563	0,60
	R3		7,3	2701	510	721	573	0,55
10	Corrida Inicial		6,6	745	260	450	252	0,53
	R1		6,7	730	250	439	278	0,47
	R2		6,6	759	260	451	263	0,40
	R3		6,7	760	267	440	246	0,36
15	Corrida Inicial		6,1	478	125	403	120	0,33
	R1		6,0	458	133	400	129	0,29
	R2		6,1	460	111	384	121	0,19
	R3		6,0	125	118	363	120	0,12
20	Corrida Inicial		5,3	396	199	280	45	0,10
	R1		5,3	388	205	230	59	0,01
	R2		5,4	405	201	204	58	0,00
	R3		5,3	320	200	163	35	0,02

*Los resultados erróneos válidos para desarrollo académico

[Firma]

Daniel Neciosup Gonzales
Asistente Del Laboratorio
De Biotecnología

[Firma]

V.ºB.º Mg.º Sc. Freddy Pineda
Jefe de escuela Ingeniería Ambiental



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PT - 019 - 2022

Página 1 de 5

Expediente : 07F22-002
 Solicitante : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO S.A.C.
 Dirección : AV. PARQUE N° 640 - SAN JUAN DE LURIGANCHO
 Equipo de Medición : INCUBADORA
 Marca : VELP SCIENTIFICA
 Modelo : FTC 901
 Procedencia : No Indica
 Código de Identificación : No Indica
 Número de Serie : 203914
 Temperatura de trabajo : 28°C
 Ventilación : NATURAL
 Lugar de Calibración : LABORATORIO DE BIOTECNOLOGIA
 Carga : 0%

Nombre	Marca/ Modelo	Código de Identificación	Alcance de Indicación	División mínima	Tipo de Indicación
Controlador de Temperatura	NO INDICA	NO INDICA	5 °C a 95 °C	0,1 °C	Digital

Fecha de Calibración : 2022-11-08
 Fecha de Emisión : 2022-12-01

Método de Calibración Empleado

La calibración se realizó empleando el Método de Comparación Directa entre las indicaciones de lectura del controlador de temperatura del equipo a calibrar y un termómetro digital con 10 termopares, utilizando el Procedimiento de INDECOPISM "PC-018, Ed. 02 - Junio 2009: Procedimiento para la Calibración o Caracterización de Medios Isotermos con Aire como Medio Termostático".

Condiciones Ambientales:

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	20.2	20.4
Humedad (%)	65	66

Observaciones

- Se programó el controlador del equipo en 43.0 °C para temperatura de trabajo.
 - El tiempo de calentamiento fue de 63 minutos y estabilización del equipo fue de aproximadamente 60 minutos.
 - La tolerancia usada es de 1.0 °C según proceso indicado por el usuario.
- Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe utilizarse como certificado de conformidad de producto.
- PRESITEC no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.
- El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.
- El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.



HCT-02 Rev 00

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PT - 019 - 2022

Página 2 de 5

Trazabilidad

Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Temperatura del Instituto Nacional de Calidad INACAL-DM en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLLMP).

Patrón de Referencia	Certificado / Informe de Calibración	Patrón Utilizado PRESITEC	Certificado / Informe de Calibración
Termómetro de Indicación Digital con incertidumbre del orden de 0,021 °C a 0,07 °C	INACAL-DM LT-237-2021	Indicador Digital (PT-04) datalogger 10 sensores (R: 1-10) con incertidumbre del orden de 0,3 °C	PRESITEC SAC PM-005-2022

Resultados de la calibración:

CALIBRACIÓN PARA 43 °C

TIEMPO (min.)	T ind. (°C) Termómetro del equipo	TEMPERATURA EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T prom. (°C)	Tres-Tres (°C)
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0	25.0	43.1	43.0	43.1	43.0	43.2	42.7	43.3	43.1	42.8	43.0	43.0	0.85
2	43.0	43.1	43.0	43.0	43.0	43.1	42.7	43.3	43.1	42.8	43.0	43.0	0.80
4	43.0	43.1	43.0	43.1	43.0	43.1	42.7	43.3	43.1	42.8	43.0	43.0	0.85
6	43.0	43.0	43.0	43.1	43.0	43.2	42.8	43.3	43.1	42.8	43.0	43.0	0.85
8	43.0	43.1	43.0	43.1	43.0	43.1	42.7	43.3	43.1	42.8	43.0	43.0	0.85
10	43.1	43.1	43.0	43.0	43.0	43.2	42.7	43.3	43.1	42.8	43.0	43.0	0.85
12	43.1	43.1	43.0	43.1	43.0	43.2	42.7	43.4	43.1	42.8	43.0	43.0	0.85
14	43.1	43.1	43.0	43.1	43.0	43.1	42.7	43.3	43.1	42.8	43.0	43.0	0.85
16	43.1	43.0	43.0	43.1	43.0	43.1	42.7	43.3	43.1	42.8	43.0	43.0	0.85
18	43.0	43.0	43.0	43.1	43.0	43.1	42.7	43.3	43.1	42.7	43.0	43.0	0.85
20	43.0	43.0	43.0	43.0	43.0	43.2	42.7	43.3	43.1	42.7	43.0	43.0	0.80
22	43.0	43.1	43.1	43.1	43.1	43.1	42.7	43.3	43.2	42.8	42.9	43.0	0.80
24	43.0	43.1	43.1	43.1	43.0	43.1	42.7	43.3	43.1	42.8	43.0	43.0	0.85
26	43.0	43.0	43.0	43.1	43.0	43.1	42.7	43.3	43.1	42.8	43.0	43.0	0.85
28	43.0	43.0	43.0	43.0	43.0	43.1	42.6	43.3	43.1	42.8	42.9	43.0	0.85
30	42.9	43.0	42.9	43.0	42.9	43.1	42.8	43.2	43.1	42.7	42.9	42.9	0.85
32	42.9	43.0	43.0	43.0	43.0	43.0	42.6	43.1	43.0	42.7	42.9	42.9	0.80
34	42.9	43.0	43.0	43.0	42.9	43.0	42.6	43.2	43.0	42.7	42.9	42.9	0.80
36	42.9	42.9	43.0	42.9	43.0	43.0	43.1	43.0	42.7	42.9	42.9	42.9	0.85
38	43.0	42.9	42.9	43.0	42.9	43.0	42.5	43.1	43.0	42.9	42.9	42.9	0.80
40	43.0	43.0	42.9	43.0	42.9	43.2	42.5	43.1	42.9	42.7	43.0	42.9	0.85
42	43.0	42.9	42.9	42.9	42.9	43.0	42.0	43.2	43.0	42.7	42.9	42.9	0.80
44	43.0	43.0	43.0	43.1	43.0	43.1	42.7	43.3	43.1	42.8	42.9	43.0	0.80
46	43.0	43.0	43.0	43.0	43.0	43.1	42.7	43.3	43.0	42.8	42.9	43.0	0.80
48	42.9	43.0	42.9	42.9	43.0	43.1	42.7	43.3	43.1	42.8	42.9	43.0	0.85
50	42.9	43.1	43.0	43.0	43.0	43.1	42.8	43.3	43.0	42.8	43.0	43.0	0.75
52	42.9	43.1	43.0	43.0	43.0	43.1	42.7	43.3	43.1	42.7	43.0	43.0	0.80
54	42.9	43.1	43.0	43.0	43.0	43.1	42.7	43.3	43.1	42.7	43.0	43.0	0.85
56	42.9	43.1	43.0	43.0	43.0	43.1	42.7	43.4	43.1	42.8	43.0	43.0	0.75
58	42.9	43.1	43.0	43.0	43.0	43.1	42.7	43.4	43.1	42.8	43.0	43.0	0.75
60	42.9	43.0	43.0	43.0	43.0	43.1	42.7	43.3	43.2	42.8	43.0	43.0	0.85
T PROM	43.0	43.0	43.0	43.0	43.0	43.1	42.8	43.3	43.1	42.7	42.9	43.0	
T MAX	43.1	43.1	43.1	43.1	43.1	43.2	42.7	43.4	43.2	42.8	43.0		
T MIN	42.9	42.9	42.9	42.9	42.9	43.0	42.6	43.1	42.9	42.8	42.9		
DTT	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	0.1		

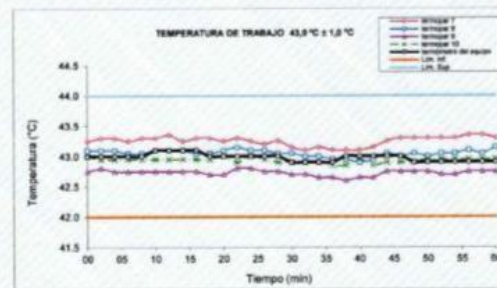
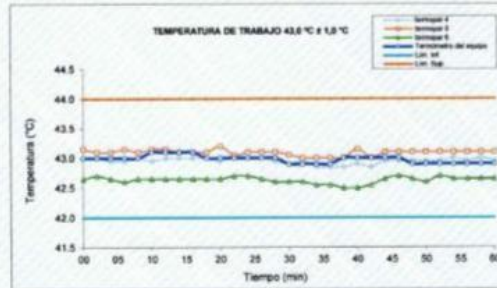
HCT-02 Rev.00

AV. PERU NRO. 236 URB. HUAQUILLA LIMA - LIMA - COMAS TELF.: 983466251 / WEB: www.precitecsac.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN.

CERTIFICADO DE CALIBRACION
PT - 019 - 2022

Página 4 de 5

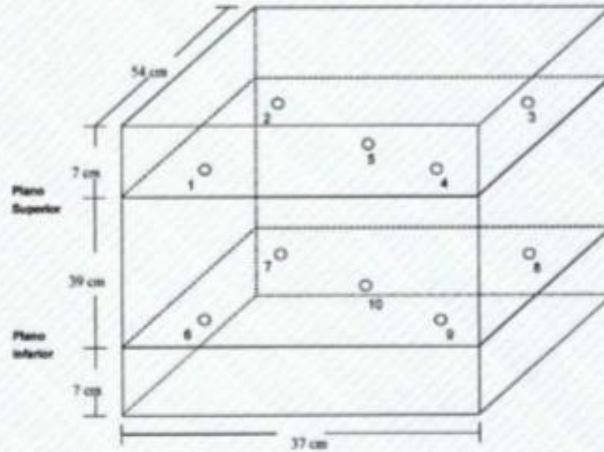


HCT-02 Rev.00

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PT - 019 - 2022**

Página 5 de 5

DISTRIBUCIÓN DE LOS TERMOPARES



Los termopares del 1 al 5 están ubicados a 1,5 cm por encima de la bandeja superior.
Los termopares del 6 al 10 están ubicados a 1,5 cm por debajo de la bandeja superior.
Los termopares 5 y 10 están ubicados en el centro del plano superior e inferior, respectivamente.

Los termopares del 1 al 4 y del 6 al 9 están ubicados a 4 cm de las paredes laterales y a 4 cm del frente y fondo de la incubadora.

Incertidumbre

La incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con la guía OIML G1-100-en: 2008 (JCGM 100:2008) y OIML G1-101-en: 2008 (JCGM 101:2008) "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en las Mediciones". La cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tome en cuenta los factores de influencia durante la calibración.

La incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo.

La incertidumbre de medición reportada se denomina incertidumbre Expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la incertidumbre Estándar Combinada (u) por el factor de cobertura (k). Generalmente se expresa un factor $k=2$ para un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

.....
Fin del certificado de calibración

HCT-02 Rev.00

AV. PERU NRO. 236 URB. HUAQUILLAY LIMA - LIMA - COMAS TELF.: 983466251 / WEB: www.precitecsac.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN

		"INFORME TÉCNICO"		Código: F-47-01 Versión: 3 Fecha de Aprob.: 30/07/23	
Nº Autogenerado	00200194-23	Nº de Proceso		Fecha de emisión	18-19/07/23
Nro. OT	0020000273	Nº de Item		Fecha de intervención	18-19/07/23
DATO DEL CLIENTE					
Razón social	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO S.A.C.				
RUC	20184113632	Teléfonos	Daniel Neolocup Gonzalez		
Contacto	Daniel Neolocup Gonzalez	Correo	dneolocup@uov.edu.pe		
DATO DEL EQUIPO					
Descripción	ESPECTROFOTOMETRO		Identificación interna	D07-008647	
Marcas	PG-INSTRUMENT		Serie	2S-0802-21-0024	
Modelo	AA600		Historial		
Familia	ESPECTROFOTOMETRO		Ubicación	LABORATORIO DE BIOTECNOLOGIA	
Estado	<input checked="" type="checkbox"/> Con garantía <input type="checkbox"/> Sin garantía	<input type="checkbox"/> Verificación Operacional <input type="checkbox"/>			
Tipo de Servicio	<input type="checkbox"/> Revisión y diagnóstico <input type="checkbox"/> Mantenimiento preventivo <input checked="" type="checkbox"/> Mantenimiento correctivo <input type="checkbox"/> Inspección Pre-Instalación				
REPORTE DE FALLA DEL CLIENTE					
El equipo no cumple con las características técnicas		<input checked="" type="checkbox"/>	El equipo muestra mensaje de error		<input checked="" type="checkbox"/>
El equipo presenta problemas de lectura		<input type="checkbox"/>	El equipo no enciende		<input type="checkbox"/>
El equipo no presenta problemas de funcionamiento		<input type="checkbox"/>	Otros		<input checked="" type="checkbox"/>
Detallar: MTTO, CORRECTIVO - CAMBIO DE REPUESTO					
TRABAJO REALIZADO			MEDICIONES		
Revisión de ambiente y condiciones de la instalación			<input checked="" type="checkbox"/>	Voltage: 220VAC	
Verificación de presiones de gases.			<input checked="" type="checkbox"/>		
Revisión de UPS del homo de grafito			<input checked="" type="checkbox"/>		
Reemplazo de la trampa de agua			<input checked="" type="checkbox"/>		
Encendido del equipo y pruebas de inicialización			<input checked="" type="checkbox"/>		
Verificación de funcionamiento de las lámparas			<input checked="" type="checkbox"/>		
Pruebas de funcionamiento con estándares de Cu y Cd			<input checked="" type="checkbox"/>		
INSTRUMENTO DE MEDICIÓN					
Multímetro Samwa					
CONCLUSIONES					
El equipo se encuentra operativo y cumple con las características técnicas ofrecidas por el fabricante.		<input type="checkbox"/>	El equipo debe ser revisado en el taller de Kossodo S.A.C.		<input type="checkbox"/>
El servicio ha concluido sin observaciones técnicas.		<input type="checkbox"/>	Mantenimiento preventivo		<input type="checkbox"/>
El problema reportado por el cliente ha sido solucionado		<input type="checkbox"/>	Cambio de repuestos		<input checked="" type="checkbox"/>
El equipo se encuentra inoperativo y no puede ser reparado		<input type="checkbox"/>	Mantenimiento Preventivo realizado por Garantía		<input type="checkbox"/>
Mantenimiento correctivo		<input checked="" type="checkbox"/>	Cambio de accesorios		<input type="checkbox"/>
Otros		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>
Detallar:					
Después del reemplazo de la trampa de agua, se pudo inicializar el equipo sin errores. En las pruebas efectuadas con estándares de Cu y Cd se determino una muy baja absorbancia					
En la revisión del nebulizador se verifico que no tiene baston de impacto y por ende la muy baja sensibilidad del equipo. Se debe cambiar el nebulizador, Oring y el tubo de aspiración de muestra.					
No se pudo probar el Homo de Grafito debido a que su equipo de protección eléctrica se encuentra dañado. El UPS tiene una falla en su tarjeta electrónica y debe ser reparado o sustituido.					
La presión del gas Acetileno esta en 75psi, por lo que debe ser reemplazado. Su límite de presión primaria para el cambio del balon es 70psi.					
La sustitución de la trampa de agua fue muy complicada porque el meson donde se encuentra el equipo es fijo y es muy pequeño, no deja espacio para el mantenimiento y la manipulación adecuada del mismo. Tener en cuenta que la trampa de agua se encuentra en la parte posterior del equipo y esta debe ser revisada periódicamente para mantener el nivel de agua. Se recomienda cambiar por una meson mas adecuado para facilitar las labores de mantenimiento y uso del equipo.					
Se enviara un informe detallado.					
RECOMENDACIONES					
Se recomienda realizar mantenimiento preventivo y verificación operacional cada 6 meses.					
CONFORMIDAD					
Nombre:	EDGAR BRAVO GARCIA		Nombre:	DNI:	
			Firma y sello:		

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 205 - 2022***Área de Metrología
Laboratorio de Masas*

Página 1 de 4

1. Expediente	220298	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
2. Solicitante	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO S.A.C.	
3. Dirección	Av. Larco Nro. 1770 Urb. San Andres 5ta etapa, Victor Larco Herrera - Trujillo - LA LIBERTAD	
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	
Capacidad Máxima	210 g	
División de escala (d)	0,0001 g	
Div. de verificación (e)	0,0001 g	
Clase de exactitud	I	
Marca	ADAM	
Modelo	NBL 214i	
Número de Serie	AE9XC491 (*)	
Capacidad mínima	0,01 g	
Procedencia	NO INDICA	
Identificación	NO INDICA	
5. Fecha de Calibración	2022-06-24	

Fecha de Emisión
2022-06-25

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

Firmado digitalmente por
Williams Pérez
Fecha: 2022.07.01 09:00:11
-05'00'

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 205 - 2022**

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación directa, según el PC-011: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y Clase II" del SNM-INDECOPI. Cuarta Edición.

7. Lugar de calibración

Las instalaciones de la empresa TÉCNICAS CP S.A.C.
Av. Santa Ana Mz H lote 2 Urb. San Diego, San Martín de Porres - Lima

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	20,4	20,3
Humedad Relativa (%HR)	70	70

9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESAS (Clase de exactitud E1) DM-INACAL: LM-075-2020	PESAS (Clase de Exactitud: E2)	LM-C-120-2022
PESAS (Clase de exactitud E1) DM-INACAL: LM-063-2018		

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
(* Serie indicado en una etiqueta adherido al equipo.

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LM - 205 - 2022

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

				Inicial	Final			
				Temperatura (°C)	20,4	20,4		
Medición Nº	Carga L1 = 100,0000 g			Carga L2 = 200,0000 g				
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)		
1	100,0001	-	0,2	200,0017	-	1,7		
2	100,0001	-	0,2	200,0018	-	1,8		
3	100,0001	-	0,2	200,0018	-	1,8		
4	100,0002	-	0,3	200,0018	-	1,8		
5	100,0002	-	0,3	200,0020	-	2,0		
6	100,0001	-	0,2	200,0018	-	1,8		
7	100,0001	-	0,2	200,0020	-	2,0		
8	100,0001	-	0,2	200,0017	-	1,7		
9	100,0001	-	0,2	200,0017	-	1,7		
10	100,0001	-	0,2	200,0017	-	1,7		
	Diferencia Máxima		0,1	Diferencia Máxima		0,3		
	Error Máximo Permisible		± 0,3	Error Máximo Permisible		± 0,3		

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Posición de las cargas

						Inicial	Final		
						Temperatura (°C)	20,4	20,4	
Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)
1		0,0000	-	0,1		69,9990	-	-1,0	-1,0
2		0,0000	-	0,1		69,9988	-	-1,2	-1,2
3	0,0000 g	0,0000	-	0,1	70,0000	69,9990	-	-1,0	-1,0
4		0,0000	-	0,1		69,9990	-	-1,0	-1,0
5		0,0000	-	0,1		69,9988	-	-1,2	-1,2
	Error máximo permisible								± 0,3

* Valor entre 0 y 10e

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	20,4	20,3

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** (± mg)
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
0,0010	0,0009	-	0,0						
0,0100	0,0098	-	-0,1	-0,1	0,0098	-	-0,1	-0,1	0,1
0,1000	0,0999	-	0,0	0,0	0,0999	-	0,0	0,0	0,1
1,0000	0,9998	-	-0,2	-0,1	0,9998	-	-0,2	-0,1	0,1
5,0000	4,9998	-	-0,2	-0,1	4,9998	-	-0,2	-0,1	0,2
10,0000	9,9996	-	-0,4	-0,3	9,9997	-	-0,3	-0,2	0,2
20,0000	19,9990	-	-1,0	-0,9	19,9991	-	-0,9	-0,8	0,3
50,0000	49,9990	-	-1,0	-0,9	49,9990	-	-1,0	-0,9	0,3
100,0000	99,9999	-	0,0	0,0	99,9998	-	-0,1	-0,1	0,3
120,0000	119,9998	-	-0,1	-0,1	119,9997	-	-0,2	-0,2	0,3
150,0000	149,9996	-	-0,3	-0,3	149,9996	-	-0,3	-0,3	0,3
180,0000	179,9990	-	-0,9	-0,9	179,9990	-	-0,9	-0,9	0,3
210,0000	209,9998	-	-0,2	-0,2	209,9998	-	-0,2	-0,2	0,3

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza. ΔL: Carga adicional. E₀: Error en cero.
I: Indicación de la balanza. E: Error encontrado. E_c: Error corregido.

Lectura corregida $R_{CORREGIDA} = R + 0,00000334161 R$

Incertidumbre expandida de medición $U = 2 \times \sqrt{0,000000016 g^2 + 0,000000000092657 R^2}$

12. Incertidumbre

La incertidumbre U reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PFQ-023-2022

Página 1 de 2

Expediente : OTF22-002
Solicitante : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO S.A.C.
Dirección : AV. PARQUE N° 840 - SAN JUAN DE LURIGANCHO
Instrumento : MEDIDOR DE PH
Alcance de Indicación : 0.00 pH a 14.0 pH
Div. Min. de Escala (d) (*) : 0.01 pH
Clase de Exactitud : No Indica
Marca : CRISON
Modelo : BASCI 20
Tipo de Indicación : Digital
Procedencia : España
Número de Serie : 234053
Código de Identificación : No Indica
Ubicación : Laboratorio de Biotecnología
Fecha de Calibración : 2022 - 11 - 30
Fecha de Emisión : 2022 - 12 - 01

Método de Calibración: Empleado

Método de comparación directa entre las indicaciones de lectura del instrumento y disoluciones patrón. Tomando como referencia el procedimiento INDECOP/INM PC-020: 2010 "Procedimiento de calibración de medidores de pH"

Observaciones

(*) Obtenida a partir de la División Mínima de Escala (d) del equipo.

Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe utilizarse como certificado de conformidad de producto.

PRESITEC no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.

El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.

El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.

(**) Se adhirió una etiqueta "Calibrado" al equipo indicando la fecha de realizado.



HCPFO-05-Rev 00

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PFQ-023-2022

Página 2 de 2

Trazabilidad

Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales del National Institute of Standards and Technology (NIST) en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP)

Trazabilidad	Patrón de PRESITEC	
Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certif / Inf. Calibración
Disolución Tampón 4.00 PH a 25°C NIST - USA	Ampolla de 20 ml LL 190265A U(k=2) ±0.14	SI Analytica GmbH DIN 55 350
Disolución Tampón 7.00 PH a 25°C NIST - USA	Ampolla de 20 ml LL 1160115A U(k=2) ±0.13	SI Analytica GmbH DIN 55 350
Disolución Tampón 10.00 PH a 25°C NIST - USA	Ampolla de 20 ml LL 170124IA U(k=2) ±3	SI Analytica GmbH DIN 55 350
Disolución Tampón 12.83 mS PH a 25°C NIST - USA	Ampolla de 20 ml LL 170124IA U(k=2) ±3	SI Analytica GmbH DIN 55 350

Condiciones Ambientales

Condiciones Ambientales	Mínima	Máxima
Temperatura	20.3 °C	20.8 °C
Humedad Relativa	68 %	69 %

Resultados de Calibración

Temperatura de Ensayo (°C)	Valor Certificado pH	Lectura de equipo pH	Error pH	Incertidumbre pH (k=2)
25.0	4.00	3.99	-0.01	0.14
24.3	7.00	7.01	0.01	0.14
24.6	10.01	10.02	0.01	0.15

Incertidumbre

La Incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con las Guías OIML G1-100-en: 2008 (JCGM 100: 2008) y OIML G1-104-en: 2009 (JCGM 104: 2009) "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en las Mediciones (GUM)", la cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tome en cuenta los factores de influencia durante la calibración.

La Incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo.

La Incertidumbre de medición reportada se denomina Incertidumbre Expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la Incertidumbre Estándar Combinada (u) por el Factor de Cobertura (k). Generalmente se expresa un factor k=2 para un Nivel de Confianza de aproximadamente 95%.

Fin del Certificado de Calibración

HCPFQ-05-Rev 00

Fotos del proceso experimental en laboratorio

