



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Remediación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en
aguas residuales urbanas, utilizando dos plantas macrófitas
Scirpus californicus, *Eichhornia crassipes*, Tarapoto, 2021

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniera Ambiental

AUTORAS:

Sinarahua Sanancima, Katerin (ORCID:0000- 0002-6329 163X)
Vela Del Castillo, Iris Suiza (ORCID:0000-0002-2021-3359)

ASESOR:

MSc. Ordóñez Sánchez, Luis Alberto (ORCID:0000- 0003-3860-4224)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y gestión de los recursos naturales

TARAPOTO – PERÚ

2021

Dedicatoria

A mis padres, por su sacrificio y esfuerzo, porque cada día a pesar de las circunstancias me brindaron su apoyo y confianza incondicional, por ser mi soporte desde siempre, por los buenos valores y perseverancia que me inculcaron, gracias a ellos puedo decir que cumplí una de las metas anheladas de ser una gran Ingeniera Ambiental.

A mi familia en general, amigos y docentes que de alguna u otra forma me brindaron su apoyo, por la confianza y motivación que me demuestran para seguir adelante.

Katerin Sanancima Sinarahua

Dedico esta investigación a mis queridos padres Debner Vela Valera y a Francisca del Castillo Bardales, por su sacrificio, esfuerzo económico por inculcarme valores y apoyo incondicional, A mi Hermano Debner Vela por sus consejos y aporte en este camino, También a mi hija Fabianne Antoné Tapia Vela, por ser mi soporte y mi motor para seguir adelante, gracias a ellos puedo decir que cumplí una de las metas anheladas de ser una Ingeniera Ambiental.

Iris Suiza Vela Del Castillo

Agradecimiento

A Dios por mantenerme con vida, por permitirme seguir cumpliendo mis metas y objetivos, a mis padres por sus consejos, por brindarme su confianza, por inculcarme buenos valores que me hacen una excelente persona y profesional cada día. A mis docentes que fueron parte de mi formación profesional, por brindarme sus conocimientos, en especial al Dr. Andi Lozano Chung por apoyarme durante este proceso, por su enseñanza, su paciencia, por sus consejos y por impulsarme a seguir cumpliendo cada objetivo.

Katerin Sanancima Sinarahua

Agradezco a Dios, por permitirme culminar esta investigación, a mis queridos padres Debner Vela Valera y a Francisca del Castillo Bardales, por su sacrificio económico, por impulsar mi crecimiento como persona y profesional. Del mismo modo al Dr. Andi Lozano Chung, por el apoyo incondicional, También a mi familia en general, amigos, docentes por brindarnos su tiempo y apoyo incondicional durante el transcurso del proyecto.

Iris Suiza Vela Del Castillo

Índice de contenidos

Dedicatoria.....	i
Agradecimiento.....	ii
Índice de contenidos.....	iii
Índice de figuras.....	vi
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	11
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	11
3.2. Variables y operacionalización.....	12
3.3. Población, muestra y muestreo.....	13
3.5. Procedimientos.....	16
3.6. Método de análisis de datos.....	23
3.7. Aspectos éticos.....	23
IV. RESULTADOS.....	24
V. DISCUSIÓN.....	50
VI. CONCLUSIONES.....	51
VII. RECOMENDACIONES.....	53
REFERENCIAS.....	54
ANEXOS.....	61
Cuadro 01: Variable y operacionalización.....	62

Índice de Tablas

Tabla N° 1: Aceites y grasas pre tes de aguas residuales urbanas, Tarapoto-2021.	24
Tabla N° 2: Coliformes fecales pre test de aguas residuales urbanas, Tarapoto-2021.	25
Tabla N° 3: Demanda biológica de oxígeno pre tes de aguas residuales urbanas, Tarapoto-2021.	26
Tabla N° 4: Demanda química de oxígeno pre test de aguas residuales urbanas, Tarapoto-2021.	27
Tabla N° 5: Sólidos totales en suspensión de aguas residuales urbanas, Tarapoto.	28
Tabla N° 6: pH de las aguas residuales urbanas, Tarapoto.....	29
Tabla N° 7: Temperatura de las aguas residuales urbanas, Tarapoto-2021.	30
Tabla N° 8: Tratamientos de aceites y grasas con plantas macrófitas de totora y Jacinto en aguas residuales urbanas, Tarapoto, 2021.	31
Tabla N° 9: Tratamientos coliformes fecales con plantas macrófitas de totora y Jacinto de agua, en aguas residuales urbanas, Tarapoto, 2021.....	32
Tabla N° 10: Post-test de Demanda Biológica de Oxígeno en aguas residuales con plantas macrófitas de totora y Jacinto de agua.	34
Tabla N° 11: Tratamientos de remediación con plantas macrófitas de totora y jacinto de agua de demanda química de oxígeno en aguas residuales urbanas, Tarapoto, 2021.....	35
Tabla N° 12: Tratamientos SST con plantas macrófitas totora y Jacinto de agua, en aguas residuales urbanas, Tarapoto, 2021.	36
Tabla N° 13: Tratamientos de pH con plantas macrófitas de totora y Jacinto de agua, aguas residuales urbanas, Tarapoto, 2021.	37
Tabla N° 14: Resultados de la temperatura post-test con plantas macrófitas de totora y Jacinto de agua en aguas residuales urbanas, Tarapoto, 2021.....	38
Tabla N° 15: Presupuesto para la elaboración de 4 estanques de madera y plástico.	40
Tabla N° 16: Porcentaje de remoción del tratamiento de aguas residuales urbanas, Tarapoto-2021 con totora y Jacinto de agua en AyG.	41

Tabla N° 17: <i>Porcentaje de remoción de coliformes fecales de aguas residuales urbanas, Tarapoto-2021 con totora y Jacinto de agua.</i>	42
Tabla N° 18: <i>Porcentaje de remoción de DBO5 en aguas residuales urbanas, Tarapoto-2021 con totora y Jacinto de agua</i>	43
Tabla N° 19: <i>Porcentaje de remoción del tratamiento de aguas residuales urbanas, Tarapoto-2021 con totora y Jacinto de agua en DQO.</i>	45
Tabla N° 20: <i>Porcentaje de remoción SST en aguas residuales urbanas, Tarapoto-2021 utilizando totora y Jacinto de agua.</i>	46
Tabla N° 21: <i>Tratamientos de pH con plantas macrófitas de totora y Jacinto de agua, en aguas residuales urbanas, Tarapoto, 2021.</i>	47
Tabla N° 22: <i>Tratamientos de la temperatura con macrófitas totora y Jacinto de agua.</i>	48

Índice de figuras

Figura N° 1: Resultados iniciales (T0) de aceites y grasas en aguas residuales urbanas, Tarapoto-2021.....	24
Figura N° 2: Resultados pre-tratamiento de coliformes fecales en aguas residuales urbanas, Tarapoto-2021.....	25
Figura N° 4: Resultados pre tratamiento de Demanda Química de oxígeno de aguas residuales urbanas, Tarapoto-2021.....	27
Figura N° 5: Figura que muestra resultados sobre los Sólidos Totales en Suspendidos, pre test de aguas residuales urbanas, Tarapoto-2021.	28
Figura N° 6: Figura que muestran resultados sobre pH pre test en aguas residuales urbanas, Tarapoto-2021.....	29
Figura N° 7: Resultados de temperatura pre test en aguas residuales urbanas, Tarapoto-2021.	30
Figura N° 8: Resultados de Aceites y Grasas ARU, post- test.....	31
Figura N° 9: Resultados de Coliformes Fecales, Post-Tratamiento.	33
Figura N° 10: Resultados de Demanda Biológica de Oxígeno en aguas residuales urbanas post-test.	34
Figura N° 11: Resultados sobre Demanda química de oxígeno en aguas residuales urbanas, Tarapoto-2021, post-tratamiento.	35
Figura N° 12: Resultados post-test de Sólidos totales suspendidos en aguas residuales urbanas, Tarapoto-2021.....	36
Figura N° 13: Resultados post-test de pH en aguas residuales urbanas, Tarapoto-2021	37
Figura N° 14: Resultados post-test de la temperatura en aguas residuales urbanas, Tarapoto-2021.	39
Figura N° 15: Diseño AutoCAD de los estanques de madera, con medidas de 40 cm de largo, 30 cm de ancho y 25 cm de altura.....	40

Figura N° 16: En la figura se muestran resultados del porcentaje de eficiencia de remoción después del tratamiento de aceites y grasas en aguas residuales urbanas, Tarapoto-2021.	41
Figura N° 17: La figura muestra el porcentaje de remoción de coliformes fecales en aguas residuales urbanas, Tarapoto, post-tratamiento.....	43
Figura N° 18: Resultado de porcentaje de remoción de demanda biológica de oxígeno en aguas residuales urbanas, Tarapoto-2021.	44
Figura N° 19: Porcentaje de remoción de DQO en ARU con macrófitas	45
Figura N° 20: Resultado de porcentaje de remoción de sólidos totales suspendidos post-tratamiento.	46
Figura N° 21: Resultado del pH pre y post-tratamiento en 14 y 24 días	47
Figura N° 22: Resultado de la temperatura pre y post-tratamiento en 14 y 24 días. .	49

Resumen

La investigación se planteó como objetivo general evaluar la eficiencia de remoción de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en aguas residuales urbanas utilizando dos plantas macrófitas *Scirpus californicus* y *Eichhornia crassipes*, lo cual se cimienta en el tratamiento de aguas residuales empleando macrófitas, estudio experimental del tipo aplicada, se emplearon 80 Lt de ARU, 40 macrófitas y 4 estanques con dimensiones de 40 cm de largo x 30 cm de ancho x 25 cm de alto, la técnica empleada fue la observación directa y el análisis documental. La concentración inicial (T0) de AyG fue de 25.80 mg/l, sobrepasando los LMP que establece 20 mg/L (D.S: N° 003–2010–MINAM), Cf en T0 fue de 33 000 000 NMP/100 mL, sobrepasando la normativa ambiental que establece 10 000 NMP/100 ml, además el T3 para AyG con totora la eficiencia de remoción fue de 92.25% y T4 con Jacinto 91.09%, tratamiento T3 y T4 para coliformes fecales fue 90.90% para ambas , T3 para DQO con totora logró una eficiencia de remoción 63.06% y T4 utilizando Jacinto la eficiencia fue 73.06% para DQO y T3 con totora para SST fue 88% de eficiencia y T4 con Jacinto fue 84.67 de eficiencia de remoción.

Palabras clave: Tratamiento, agua residual, plantas macrófitas

Abstract

The general objective of the research was to evaluate the efficiency of removal of physicochemical and microbiological parameters in urban wastewater using two macrophyte plants *Scirpus californicus* and *Eichhornia crassipes*, which is based on wastewater treatment using macrophytes, an experimental study of the applied type, 80 Lt of ARU, 40 macrophytes and 4 ponds with dimensions of 40 cm long x 30 cm wide x 25 cm high were used, the technique used was direct observation and documentary analysis. The initial concentration (T0) of AyG was 25.80 mg / l, exceeding the LMP established by 20 mg / L (DS: No. 003-2010 - MINAM), Cf in T0 was 33,000,000 MPN / 100 mL, exceeding the environmental regulations that establish 10,000 MPN / 100 ml, in addition the T3 for AyG with cattail, the removal efficiency was 92.25% and T4 with hyacinth 91.09%, treatment T3 and T4 for fecal coliforms was 90.90% for both, T3 for COD with cattail achieved a 63.06% removal efficiency and T4 using Jacinto the efficiency was 73.06% for COD and T3 with cattail for SST was 88% efficiency and T4 with Jacinto was 84.67 removal efficiency.

Keywords: treatment, waste wáter, macrophytes plants

I. INTRODUCCIÓN

Siendo un problema ambiental el manejo de aguas residuales, causado también por el incremento poblacional, menciona que 50 empresas que brindan el servicio de purificación cubren solo el 69,6 % de los habitantes urbanos en el Perú, además de ello existe un bajo porcentaje en tratamiento de estas aguas (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental, 2016). En la actualidad, 2.2 millones de m³ de estas aguas que a diario atraviesan por el desagüe, solamente el 32% recibe un tratamiento adecuado antes de ser vertido al mar, río, lagos, etc. Un claro ejemplo se tiene en la capital Lima, que produce 1.2 millones de m³, únicamente el 20% son tratados adecuadamente (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental, 2016). En el Perú se menciona que existen 204 PTAR, de las cuales 163 son operativas, 32 están en construcción y 9 paralizadas, 89 localidades son administradas por empresas prestadoras de servicio de saneamiento, que no cuentan con PTAR, por ende, el 90% no cumple con las normativas vigentes hacia el vertido y reutilización de estas aguas servidas. Por ello el principal problema es la carencia de subsistencia de estas aguas negras, incrementado así la contaminación de los recursos a causa de patógenos presentes, generando de esta manera altos índices de impactos ambientales a nivel hidrosfera, litosfera, y atmósfera que afecta el equilibrio, disminuyendo o extinguiendo la biodiversidad ecológica, las cuales influyen en el confort, salud y el bienestar del hombre (SUNASS, 2018). En la región San Martín la contaminación por estas aguas residuales sigue siendo un problema incontrolable por varios factores, uno de ellos es por la mala gestión de las autoridades e incremento poblacional, el distrito de Tarapoto posee centros turísticos, con exquisita diversidad biológica, sin embargo, el desarrollo demográfico y económico, ha traído consigo el incremento de consumismo y generación de aguas residuales urbanas, consigo a ello estas aguas residuales no cuentan con un respectivo tratamiento y son vertidos a los ríos contaminando el recurso hídrico, a su vez afecta a la diversidad de especies presentes. Por esta razón el trabajo de investigación se centra en la remediación de aguas residuales urbanas, mediante la eliminación de dos plantas macrófitas *Scirpus californicus* y *Eichhornia Crassipes* Tarapoto 2021. Por esto se plantea el siguiente **problema general** de

investigación ¿Cuál es la eficiencia de remoción de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas residuales urbanas, utilizando dos plantas macrófitas, *Scirpus californicus* y *Eichhornia crassipes*, Tarapoto 2021?, además se formuló los siguientes **problemas específicos** ¿Cuáles son las características fisicoquímicas y microbiológicas pre test de las aguas residuales urbanas, Tarapoto, 2021?, ¿Cuáles son las características fisicoquímicas y microbiológicas después de aplicar el tratamiento de aguas residuales urbanas, Tarapoto, 2021?, ¿Cuál es el diseño de la estructura de los estanques para la remediación de aguas residuales urbanas, con plantas macrófitas *Scirpus californicus* y *Eichhornia crassipes*, Tarapoto, 2021?. De la misma manera se presenta la **justificación social**, el proyecto está dirigido a la población en general, teniendo en cuenta su importancia de tratamiento y la legislación de aguas residuales ante los impactos negativos en el ambiente, con el cual se pretende crear conciencia ambiental a la población. Del mismo modo la **Justificación metodológica**, refiere a que el presente documento servirá como aporte teórico para estudiantes profesionales de ingeniería ambiental y de más grupos sociales, el cual les será útil como guía para futuras proyecciones sostenibles con respecto al tratamiento de aguas residuales urbanas, el cual se llevó a cabo el desarrollo de procedimientos y metodologías establecidas, teniendo en cuenta la remediación de aguas residuales con las dos plantas macrófitas en un sistema acuático donde se implementó el *Scirpus californicus* y *Eichhornia crassipes*, igualmente se evaluó los parámetros físicos, químicos y microbiológicos con los análisis correspondientes para la calidad del medio, por ello la **justificación económica**, es que el presente trabajo se justificó en la implementación de un diseño de estanques con el fin de minimizar los impactos de aguas residuales con un bajo costo y accesibilidad. El proyecto de investigación plantea como **objetivo general**: evaluar la eficiencia de remoción de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en aguas residuales urbanas, utilizando dos plantas macrófitas *Scirpus californicus* y *Eichhornia crassipes*, Tarapoto 2021, del mismo modo se formuló los siguientes **objetivos específicos**: Identificar las características fisicoquímicas y microbiológicas pre test de las aguas residuales urbanas Tarapoto 2021, evaluar las características fisicoquímicas y microbiológicas después de aplicar el tratamiento de aguas residuales urbanas, Tarapoto 2021,

diseñar la estructura de estanques para la remediación de aguas residuales urbanas, con plantas macrófitas *Scirpus californicus* y *Eichhornia crassipes* Tarapoto 2021. Con respecto a las **hipótesis** de estudio se plantea como; H1: Las plantas macrófitas *Scirpus californicus* y *Eichhornia crassipes*, permitirá la remediación de las aguas residuales urbanas, Tarapoto 2021; H0: Las plantas macrófitas *Scirpus californicus* y *Eichhornia crassipes*, no permitirá la remediación de las aguas residuales urbanas, Tarapoto 2021.

II. MARCO TEÓRICO

El presente proyecto de investigación se fundamentó en base a diferentes revisiones sistemáticas, fundamentando diversos antecedentes de ámbito internacional y nacional, como es el caso de Larios, y et al, (2016), en su investigación afirma que las plantas macrófitas transportan oxígeno atmosférico a la biosfera, estableciendo un ambiente aireado para los microorganismos, así mismo contribuyendo a la demanda bioquímica de oxígeno, reducción de la materia en suspensión y eliminación de sustancias orgánicas tóxicas.

Así mismo, Carreño (2016), en su artículo señala que el sistema de biorremediación a rango de laboratorio con jacinto de agua es una opción utilizada para detener metales pesados y materia orgánica, pues obtuvieron resultados satisfactorios porque la planta acuática en donde eliminó el cromo debido a la retención en su estructura vegetativa, por lo que el autor recomienda su utilización por su facilidad de remoción.

Sin embargo, Maza (2016), Explica que, con la ayuda del desarrollo biológico de los ecosistemas y la energía solar, la descontaminación del suelo y el agua de forma natural, sin la adición de químicos pueden ser más peligrosos que la propia sustancia contaminada. Sí, la remediación de la lucha presenta un proceso que puede tardar mucho tiempo, lo que es inconveniente en la elección, pero sí una alternativa ecológica.

Mendoza y Fuentes (2016), evaluaron la eficiencia de las plantas macrófitas en aguas residuales por lo que los efectos de *Eisenia foetida* y la *Eichhornia crassipes* fue eficiente para remover los contaminantes encontrados, lograron una reducción promedio del 96% del T3, también demostró que el T1 y el T2 pueden reducir los niveles de DQO de la misma manera al eliminar el 81% de la turbidez residual, puesto a ello los investigadores concluyen que las dos plantas utilizadas son agentes biorremediadores.

Rodríguez y Duran (2016), mencionan que el recurso agua se contamina por cambios en sus propiedades físicas, químicas, biológicas y composicionales. Es por ello que los autores recomiendan que el recurso no es apto para todos los usos, sin antes saber el nivel de contaminación.

Así mismo, Velásquez (2017), en su estudio de investigación comenta que, en sus beneficios, la fitorremediación utiliza los desarrollos biológicos del ecosistema y la energía solar para descontaminar el suelo y el agua de forma natural, sin la necesidad de múltiples productos o químicos.

Sin embargo, Darío, y et al (2018), afirma que la eficacia de la planta de tratamiento con una planta llamada Buchón de agua en el método de aguas residuales fue superior al 71% en una población de unidades formadoras de colonias, también llegó a la conclusión de que los humedales artificiales son útiles en áreas donde no se dispone de aguas residuales.

Además, Lecca (2018), menciona que la demanda química de oxígeno es la cantidad de oxígeno disuelto que los microorganismos necesitan para su oxidación aeróbica de sustancias orgánicas biodegradables presentes en el agua, la medida es a lo largo de 5 días, y el valor proviene de la idea de la calidad del agua, lo cual da perspectiva sobre el problema de la materia orgánica existente.

Por otro lado, Akinbile y Mohd (2019), en su investigación menciona que las macrófitas acuáticas presentan un ciclo de vida relativamente rápido y se reproducen tanto sexual como asexualmente, permitiendo un mayor éxito en el crecimiento y propagación. Las macrófitas acuáticas como el jacinto de agua fue el más eficiente para la remoción de contaminantes en aguas remanentes de porcinos durante la primavera.

Por su parte, Medina, y et al (2020), en su estudio realizado afirma que la reducción porcentual de turbidez para *Eichhornia crassipes* fue de 85,26% y 87,05% mientras que el *Pistia stratiotes* fue de 92,70% y 93,69% respectivamente, también observaron reducciones similares en DQO, TKN, NO₃⁻, NH₃ y PO₄³⁻, por lo que la capacidad de

estas plantas para eliminar nutrientes es eficiente y los investigadores sugieren el uso de las plantas macrófitas mencionadas para una buena purificación.

Siguiendo con la investigación se muestran los siguientes antecedentes nacionales. El autor Gavilánez (2015), en su estudio de investigación evaluó Contaminantes químicos entre ellos el sulfuro de hidrógeno, nitrógeno Kjeldahl total, fósforo total, pH, además evaluaron la temperatura. En consecuencia, el jacinto de agua fue el proceso que resultó en la media estadística más baja para la mayoría de los parámetros.

Como opinó, Mendoza (2016), en su investigación estimó el efecto del tratamiento con *Eisenia foetida* y *Eichhornia crassipes* sobre la eliminación de materia orgánica, nutrientes y patógenos evaluados a escala de laboratorio. Se aplicaron tres procesos en un mes. T1: *E. foetida* (biofiltración aeróbica dinámica por flujo vertical). T2: Jacinto de agua (sistema de flujo horizontal que contiene fitoplancton) y T3: Jacinto de agua *E. crassipes*. Utilizando un tiempo de retención hidráulica de 2 horas y un caudal de 0,125 L / min (*E. foetida*) y 0,020 L / min (*E. crassipes*), *crassipes* (sistema en serie) permite que T1 y T2 eliminen la turbidez. Concluyó que la proporción de lodos disminuyó en un 81% y el T3 en un 96% en promedio. El tratamiento continuo (T3) dio una turbidez máxima de menos de 20 UNT y un total de sólidos ligeramente superior. Para T2, la concentración de turbidez a 100° es menor que 80 UNT, pero para T1, los datos por debajo de 25 ° son menores que este valor.

Teniendo en cuenta a Solís, et al, (2016), para la descarga de aguas residuales y algunos parámetros, utilizaron el análisis asimétrico de la pared del caparazón, se evaluaron diferencias significativas entre los cuatro tratamientos y el grupo de control. El área húmeda con máxima eficiencia para eliminar contaminantes de aguas residuales fueron T. Humedales de flujo libre que utilizan *domingensis* (turbidez, color, DQO, DBO5, NT, PT, eficiencia) eliminación de TSS 97.1, 83., 97.8, 97.5, 97.2, 91.1, 97,7% cada uno), seguido de la eliminación de 9,8 humedales que se extienden por encima del suelo utilizando *Paniculatum baby* 71,5; 9,7; 9,8; 92,7; 52,2% y 93,0%, respectivamente.

Como opina, Quispe, y et al, (2017), en su investigación afirma que el muestreo se realizó durante 2 meses, dependiendo de la cantidad de agua de entrada y el tiempo de retención (3-5 días) en la laguna. Los resultados obtenidos mostraron una reducción significativa en los parámetros evaluados, obteniendo una eficiencia de remoción del 31%, menciona también que el jacinto de agua crece muy rápido, es por ello que el número de plantas se duplica y la Laguna de la Mansión tiene suficientes nutrientes para llenar el sistema flotante.

De la misma manera, Rodríguez (2017), ha demostrado que la totora se caracteriza por la acumulación de metales pesados en raíces y tallos, por lo que se considera una planta que puede ser utilizada para la biorremediación de suelos contaminados. Por lo tanto, el *Schoenoplectus californicus* actúa exclusivamente en raíces de arsénico.

Además, Ayala, y et al, (2018), en su estudio demostraron que la calidad de las aguas residuales tratadas cumplió principalmente con los límites máximos permisibles establecidos por la legislación peruana y logró una mayor eficiencia de remoción de contaminantes para la especie jacinto de agua. Sin embargo, los mejores datos nos brindaron la especie *Nymphoides humboldtiana* para remoción física y microbiológica, y especies de jacinto de agua con la mayor eficiencia de remoción química según DBO y DQO. Por lo tanto, se puede inferir que el jacinto de agua tiene hojas gruesas y anchas que se reproducen en el agua y la sombra, lo que puede bajar las temperaturas, y posiblemente incluso bajar a 3.9 ° C.

Mientras tanto, Melo (2018), en su investigación evaluó el efecto de la bio saturación en el agua de pozos profundos en la Sabana de Bogotá, medimos el agotamiento de coliformes en las primeras 2 semanas de 2 00 y 1600 NMP y observamos un aumento de coliformes durante las siguientes 2 semanas. El recuento total de coliformes se redujo en 92, lo que resultó en 92 heces, un valor consistente con el límite estándar de 2 0 MPN / 100 ml para el agua de riego.

Del mismo modo, Mendoza (2018), en su investigación instaló seis modelos en miniatura con una capacidad de 8, L, operando en condiciones ambientales donde no hubo un aporte significativo de la planta de remoción de contaminantes, ya que no hubo diferencia significativa entre tratamiento y control, según la prueba de Danette, y también dijo que la máxima eficiencia de remoción fue pequeña con 100% y 50% de cobertura de la estratificación de *Pistia*, con la excepción de DBO5, que se mostró en un sistema de 50 pies por planta.

Así mismo, Braz (2019), en su investigación tuvo por objetivo evaluar las tasas de volatilización del NH3 en los sistemas de tratamiento de residuos fluidos porcinos (SSF) con macrófitas acuáticas, así como la concentración de NH₄⁺ presente en los fluidos porcinos, también demostró que la presencia de macrófitas acuáticas promovió la reducción de la concentración de NH₄⁺ y de los valores de pH de los fluidos porcinos, lo que concluyó la disminución del porcentaje de volatilización del NH3 al ambiente, con énfasis en el sistema con *Eichhornia crassipes*, presentó la menor tasa de volatilización.

Cuadrado (2019), observó que la densidad de metales pesados en la raíz, tallo sumergido y tallo aéreo; también se analizaron la solución y el pH, concluye que el tiempo de contacto tiene un efecto significativo en la técnica de absorción y remoción de los metales en estudio, la planta nativa de *S. californicus* mostró una capacidad general para tolerar significativamente niveles de cobre, plomo, zinc y hierro.

Rojas, y *et al*, (2019), resaltó que el Sistema de tratamiento de aguas residuales de plantas acuáticas, una tecnología que brinda una solución alternativa a los problemas de contaminación. Es un tratamiento herbal probado que es eficaz, económico y sostenible.

Teniendo en cuenta a Braz (2020), en su investigación determinó la concentración de nitrógeno amoniacal total (NH₄⁺) y fósforo disuelto (P), al inicio del experimento y al día 30, la evaluación experimental ocurrió en dos períodos de temperaturas altas y bajas.

Adicional a nuestra investigación se respaldó con teorías y estudios de acuerdo a nuestros 7 parámetros evaluados como son los Aceites y grasas (AyG), Coliformes fecales (Fc), Demanda Biológica de oxígeno (DBO5), Demanda química de oxígeno (DQO), Solidos Totales en suspensión (SST), pH y Temperatura.

El autor Esquivra (2016), menciona que para contrarrestar la concentración de los aceites y grasas en aguas residuales y evitar que se origine un sistema bifásico por la tendencia a flotar de los aceites y grasas cuando son mezclados con los lodos activados, se emplearon fitorremediación con plantas macrófitas los ensayos experimentales llevaron a cabo a nivel de laboratorio, donde se monitorearon las concentraciones de aceites y grasas, lográndose determinar que bajo ciertas condiciones de pH, temperatura y tiempo de contacto con las plantas en donde se logró reducir los aceites y grasas hasta en un 46.8 %.

Del mismo modo Ramírez y Paredes, (2018), en su proyecto de investigación evaluaron la remoción del parámetro coliformes termotolerantes utilizando la especie del *Eichhornia crassipes* mediante fitorremediación en aguas residuales domesticas, puesto que los coliformes fecales suelen adherirse al cuerpo radicular de las macrófitas para así contribuir a eliminar especies dañinas que están dentro de las aguas residuales; también menciona que la disminución de los coliformes fecales se da a partir de los 7 días de haber comenzado el tratamiento. Entonces llegaron a la conclusión de que la especie *Eichhornia crassipes* es una de las mejores especies para remover concentraciones de contaminantes, puesto que en el estudio se logró remover $1.4E + NMP/100$ MI.

Mientras tanto, Garavito y Ospina (2020) dicen que en cuanto a la reducción de los parámetros analizados empleando Jacinto de Agua, en tratamientos con agua residuales, hubo un máximo de 91,11% de remoción de DBO5 y 97,32% de DQO, también en solidos totales suspensión demostró su eficiencia con un 44.4 % demostrando de esa manera su eficiencia en fitorremediación de aguas residuales urbanas.

Por otro lado, Cubas y Mírales (2020), menciona que el *Scirpus californicus* con respecto a los sólidos totales en suspensión, antes de ingresar al humedal de agua residual fue de 128 mg/L, demostrando en la primera muestra de los 15 días un total 98mg/L y durante los 25 días después arrojó un resultado de 94mg/L demostrando su eficiencia de remoción de un 73% en el parámetro SST.

De acuerdo a Newete y Byrne (2016), mencionan que las especies macrófitas de Jacinto de Agua (*Eichhornia crassipes*) y totora (*Scirpus californicus*) contiene la capacidad de adaptarse y desarrollarse a niveles considerables de nutrientes en el medio acuático, sobrevive en un rango de temperaturas de 1 °C a 40 °C con un crecimiento favorable ente 25°C y 27,5 °C y en un pH de 6 a 8. por ello, es utilizado para tratar aguas residuales con trazas de metales pesados y otros contaminantes inorgánicos y orgánicos derivados de descargas industriales.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

El trabajo de investigación fue de tipo aplicada, ya que se aplicaron procesos de fitorremediación en aguas residuales empleando especies macrófitas en condiciones de ex situ. Según el, Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e innovación Tecnológica (2018, p.7), “la investigación aplicada está orientada a precisar por medio del conocimiento científico y los medios, sean éstos: tecnologías, metodologías y protocolos mediante los cuales se logra cubrir la necesidad reconocida y específica”.

Diseño de investigación

El diseño experimental, en otras palabras, busca determinar el impacto en una variable, como consecuencia de modificar otra variable. Esto, dentro de un proceso o estudio estadístico (Westreicher, 2021).

Por lo tanto, el modelo de esta investigación fue experimental, porque se utilizó técnica estadística lo cual radica en manipular intencionalmente la variable independiente de un modelo para observar sus efectos dentro de la variable dependiente, se evaluó mediante pruebas ex situ, es decir que se implantó un solo grupo experimental, realizando el análisis antes y después del tratamiento.

La prueba seleccionada fue evaluada inicialmente, posterior a ello se acondicionaron las plantas macrófitas en los estanques, finalmente se realizó los análisis de las muestras y post tratamiento para la obtención de resultados.

3.2. Variables y operacionalización

Variable independiente: Plantas macrófitas *Scirpus californicus* y *Eichhornia crassipes*

Definición conceptual: Según Guevara y Ramírez; (2015), Las plantas macrófitas transportan oxígeno atmosférico a la rizosfera creando un contexto oxigenado para los microorganismos que contribuye a la minimización de la demanda biológica de oxígeno, demanda química de oxígenos y sólidos suspendido, así como en la remoción de sustancias orgánicas”.

Definición operacional: Se realizará un monitoreo periódico de los parámetros de campo, también se aplicará un análisis en los tratamientos.

Dimensiones:

- Parámetros Físicoquímicos
- Parámetros microbiológicos

Indicadores:

- Cantidad de DQO, DB0₅, SST, aceites y grasas, pH, Temperatura
- Coliformes termotolerantes

Escala de medición:

- mg/L
- NMP/100ml

Unidad de medida: mg/L, pH, C°

Variable dependiente: Remediación de parámetros físicoquímicos y microbiológicos

Definición conceptual: Las aguas residuales son aquellas que proceden del empleo de un agua natural o de la red en uso determinado. Son tratamientos donde se hace uso de microorganismos, plantas, etc., para la eliminación o disminución de contaminantes que se encuentran en el agua. (Ricardez y Torres, 2016)

Definición operacional: “El tratamiento o remoción se hará con plantas macrófitas., las cuales tienen la capacidad de remover contaminantes y nutrientes que se encuentran presentes en dichas aguas por su gran absorción radicular que poseen”. (Gavanito y Ospina, 2020)

Dimensiones:

- Eficiencia de remoción
- TRH

Indicadores:

- % de remediación
- 14 y 24

Escala de medición:

- %
- Días

Unidad de medida: Intervalo

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

Para el presente trabajo de investigación se utilizó la población de 40 plantas entre ambas especies provenientes de la Laguna RICURICOCHA Tarapoto 2021 y 80 Lt de agua residual, las que serán sembradas en estanques de 40 cm de largo con una altura de 25 cm y 30 cm de ancho. Arias y Sánchez, (2016) menciona que la población es la asociación de eventos similares, lo cual permitirá verificar la eficiencia de remoción de contaminantes en aguas residuales urbanas de parámetros físicos, químicos y microbiológicos”.

Criterios de inclusión: Vertimiento de aguas residuales urbanas.

Criterios de exclusión: No se consideraron las aguas residuales de otras zonas.

Muestra

La muestra estuvo compuesta por un total de 40 plantas, 20 de cada especie, con 80 litros de agua residual que fueron distribuidos en 4 estanques de madera, cada uno con una capacidad de 20 litros, adicional a ello se empleó 10 litros de agua residual para la muestra inicial y así evaluar las condiciones iniciales de estas aguas previo tratamiento. Tocto y Roicer, (2018) menciona que “en la muestra se incluye a toda la población para su respectiva evaluación y verificación”

Muestreo

El presente trabajo de investigación fue probabilístico por conveniencia, el cual se tomó una muestra inicial de todos los parámetros (muestra testigo), luego a los 14 primeros días y 24 días durante el tratamiento, evaluando todos los parámetros para verificar su eficiencia de remoción. Otzen y Manterola (2017), comenta que “El muestreo probabilístico es todo elemento que tiene la misma probabilidad de formar parte de la muestra”.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de recolección de datos

Para el proyecto de investigación se aplicaron las siguientes técnicas:

- **Observación:** se identificó el lugar en donde desemboca el agua residual, así mismo se identificó la laguna para la recolección de las plantas macrófitas *Scirpus californicus* y *Eichhornia crassipes*.
- **Análisis documental:** Los documentos analizados, fueron todos aquellos que describieron o mostraron el asunto a intentar, encontrados con base de datos confiables como: Redalyc, Science Direct, Scielo.
- **Toma de muestra:** Primero se tomó las muestras de las plantas macrófitas entre *Scirpus californicus* Y *Eichhornia crassipes*, para su respectiva evaluación. La segunda toma de muestra se realizó y se evaluaron todos los parámetros establecidos.

- **Análisis a nivel de laboratorio:** se analizó lo obtenido de la toma de la muestra y se llevó a un laboratorio certificado por el INACAL. “Las técnicas de recolección de información, son los procedimientos y actividades que le dan acceso al investigador para obtener la información necesaria y realizar el cumplimiento de su objetivo de investigación” (Hernández y Duana 2020).

Instrumentos de recolección de datos

En el presente trabajo se utilizó diferentes instrumentos de recolección de datos como:

- Ficha de registro de campo, se utilizó para detallar la información recaudada de acuerdo a las observaciones, permitió identificar las características de las plantas macrófitas.
- Cadena de custodia que es concedida por el laboratorio, en él se detalla la toma de muestras, rotulación y conservación para su respectivo análisis.

“Un instrumento de recolección de datos, es un principio donde cualquier recurso puede valerse, el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer de ellos información” (Hernández y Duana, 2020).

Validez de instrumentos

Para la autenticidad de los instrumentos del estudio fueron validados por profesionales especializados en el tema, mediante una ficha de validación de instrumentos aprobados por el Dr. Andi Lozano Chung, docente de la universidad nacional de San Martín, Dr. Juan Luis Ruiz Aguilar, docente de la universidad César Vallejo y la Blga. Luz Margarita Colichón Carranza jefe de epidemiología del hospital de El Dorado.

“La validez es la capacidad de un instrumento para cuantificar de forma relevante y adecuada el rasgo para dicha medición ha sido diseñado. Es decir, que mide

la característica o evento, para el cual fue diseñado y no otra similar” (Barrera, 2012).

3.5. Procedimientos

Para el desarrollo del proyecto se consideraron las siguientes etapas:

Etapa 1: Fase de gabinete

- Se validaron los instrumentos de recolección de datos
- Se elaboró las guías de observación
- Se realizó una revisión literaria a diversas plantas macrófitas, posterior a ello se seleccionaron las especies según su potencial fitorremediador mediante tratamientos.

Cuadro 02: Descripción de las especies macrófitas

Especies	Descripción	Figura
<i>Eichhornia Crassipes</i> (Jacinto de agua)	<ul style="list-style-type: none"> - Familia: Pontederiaceae - Especie: <i>Crassipes</i> - Género: <i>Eichhornia</i> 	
<i>Scirpus californicus</i> (Totorilla)	<ul style="list-style-type: none"> - Familia: Cyperaceae - Especie: <i>californicus</i> - Género: <i>schoenoplectus</i> 	

- Se realizó el diseño de los estanques en el software AUTOCAD 2019.
- Seguidamente, se procedió a conocer el área de estudio para la elaboración del mapa de ubicación.
- Luego se cotizó el presupuesto con el laboratorio a trabajar para el análisis respectivo de los parámetros a evaluar, así mismo se coordinó los envíos respectivos y entrega de materiales según el cronograma establecido.

Etapa 2: Fase de campo

- Para la ejecución del proyecto, se identificaron los puntos de muestreo en función al protocolo nacional para el monitoreo de la calidad ambiental de los recursos hídricos, en el cual se utilizaron fichas de campo y se describieron características para la planificación de un respectivo monitoreo.
- Luego se acondicionó el espacio que brinde las condiciones adecuadas para los estanques y se pueda analizar sin ninguna alteración durante el proceso.
- Se procedió a elaborar los estanques con listones de madera de medidas 40cm de largo x 30 cm de ancho x 25 cm de altura, también se utilizaron plásticos polietileno para cubrir el interior de los estanques, sujetos con silicona y respectivos clavos, luego fueron ubicados en el espacio acondicionado. (ver Imagen 1).

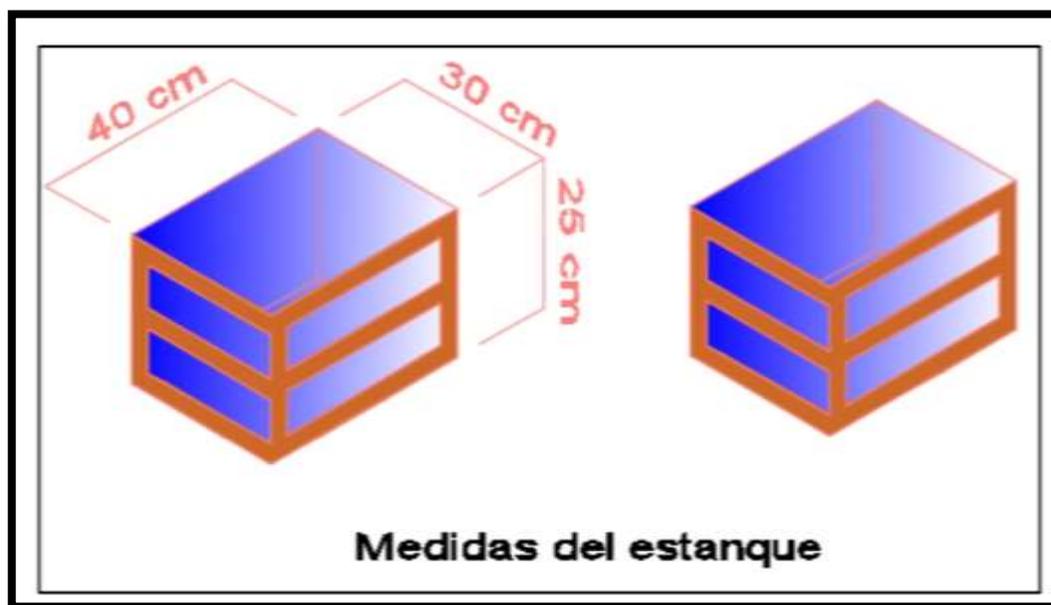


Imagen 1: Estanques de madera utilizados en el tratamiento.
(fecha:28-09-2021)

- Se determinó la cantidad de plantas macrófitas a utilizar en cada estanque para el respectivo tratamiento, se estimó entre 10 plantas por especie para ambos tratamientos. (ver imagen 2)

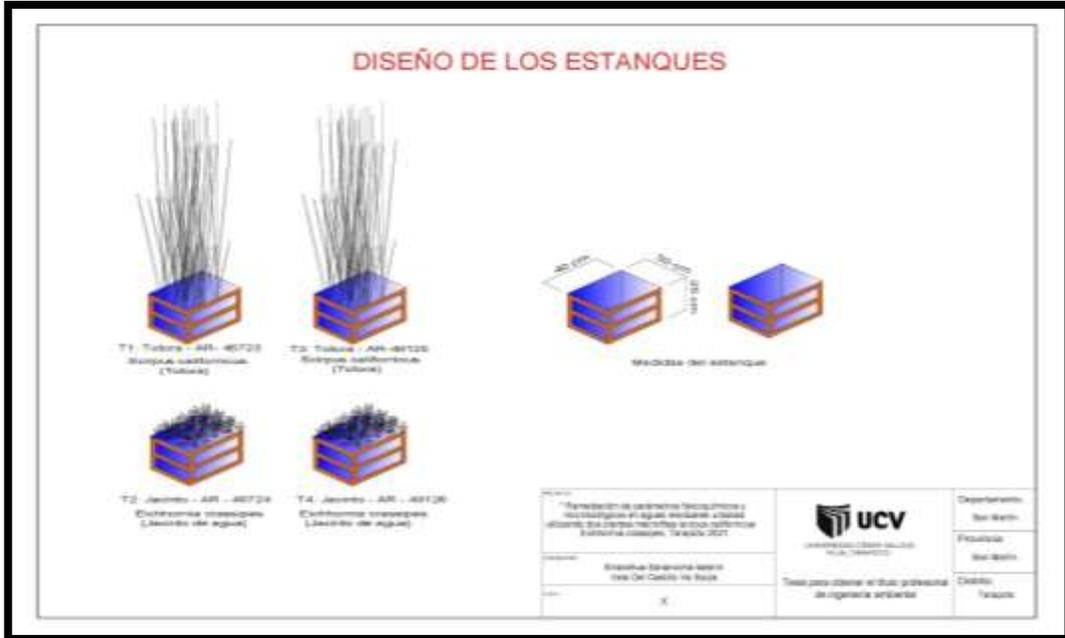


Imagen 2: Diseño de los estanques con la cantidad respectiva de plantas

- Previamente se procedió a recolectar las especies macrófitas *Eichhornia crassipes* y *Scirpus californicus*, ubicados en la laguna RICURICOCHA. (Ver imagen 3)



imagen 3: Recolección de las plantas macrófitas. (fecha:29-09-2021)

- Se procedió a limpiar las raíces de cada planta con agua potable para remover cualquier impureza, posteriormente se aclimataron en bandejas durante 5 días.



Imagen 4: Limpieza y aclimatización de las especies. (fecha:30-09-2021)

- Pasado los 5 días de aclimatación de las plantas, se procedió a recolectar el agua residual, ubicado en la parte baja del Jirón Alfonso Ugarte, distrito de Tarapoto. (ver imagen 5).



Imagen 5: Recolección de agua residual. (Fecha: 05 -10-2021)

- Así mismo se realizó la toma de muestras iniciales (T0) para el envío al laboratorio acreditado por INACAL, para el respectivo análisis de los parámetros a evaluar.



Imagen 6: Recolección de las muestras testigo. (Fecha: 18-10-2021)

- Seguidamente se procedió a evaluar los parámetros de campo como pH y temperatura.



Imagen 7: Recolección de las muestras testigo.

- Se procedió a vaciar el agua residual (20 Lt por estanque), así mismo se colocaron las plantas macrófitas (10 plantas de cada especie por estanques), para el respectivo tratamiento. (Imagen 8).



Imagen 8: siembra de las plantas macrófitas. (fecha: 05-10-2021)

- Luego se tuvo que esperar 5 días para proceder a evaluar el Ph y temperatura, registrando los datos en la ficha de campo. (ver figura 7).



Imagen 9: Análisis de pH y temperatura. (fecha: 10-10-2021)

- Seguidamente pasado los 14 días se realizó la segunda evaluación, recolectando los mismos 7 parámetros, durante en tratamiento para previa evaluación.



Imagen 10: Recolección de las muestras durante el tratamiento, segunda repetición. (fecha 18-10-2021).

- Así mismo se tuvo que rotular las muestras y enviarlas al laboratorio acreditado junto a la cadena de custodia registrando los datos correspondientes.
- El mismo procedimiento se realizó a los 24 días, recolectando la última toma de muestras del tratamiento.



Imagen 11: Recolección de la última toma de muestras, tercera repetición, tratamientos 3 y 4. (Fecha: 28-10-2021)

Etapa 3: Gabinete final

- Se decepcionó los informes de ensayo por parte del laboratorio, tanto de las muestras testigo y los 4 tratamientos.
- Se comparó los resultados con el reglamento de LMP-DS-N°003-2010-MIMAM.
- Se elaboró las tablas de resultados para previa interpretación.
- Se elaboró en informe final para previa presentación y sustentación.

3.6. Método de análisis de datos

Los resultados obtenidos en campo y laboratorio de acuerdo a los parámetros que se analizaron fueron tabulados en el software Excel, en el cual se utilizaron tablas y gráficos que demostraron la eficiencia de los tratamientos realizados a las aguas residuales urbanas, Tarapoto-2021, así mismo se tomaron valores referenciales de los parámetros (AyG, Cf, DBO5, DQO, SST, pH, temperatura) establecidos en los Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de tratamiento de Aguas Residuales domésticas o Municipales- Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM, además se utilizaron artículos científicos, como referencia para el desarrollo de nuestra investigación.

3.7. Aspectos éticos

En el presente proyecto se respetó los derechos de los autores mediante el citado correcto, de acuerdo a la guía normativa de la Universidad César Vallejo establecido para el desarrollo del proyecto de tesis, las cuales contribuyeron en el enriquecimiento teórico, garantizando lo verídico y confiable de la investigación, la información obtenida de artículos científicos, páginas web de las diferentes instituciones, etc., nos ayudó a mejorar y reforzar la teoría del proyecto de investigación siempre respetando los derechos de los autores; los resultados obtenidos en el laboratorio fueron 100% respetados sin alterar ningún valor con tal de que el proyecto sea formal y verídico.

IV. RESULTADOS

Luego del trabajo de campo se alcanzaron a los siguientes resultados:

Características fisicoquímicas y microbiológicas pre test de las aguas residuales urbanas Tarapoto 2021.

4.1. Las aguas residuales urbanas de Tarapoto, presentan 25,80 mg/L de aceites y grasas (tabla 1 y figura 1).

Tabla N° 1: Aceites y grasas pre tes de aguas residuales urbanas, Tarapoto-2021.

Muestra de agua residual mg/L	LMP-DS: 003-2010-MINAM	mg/L
0 días		
T0	25,80	20

Fuente: Remediación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en aguas residuales urbanas, utilizando dos plantas macrófitas *Scirpus californicus*, *Eichhornia crassipes*, Tarapoto, 2021.

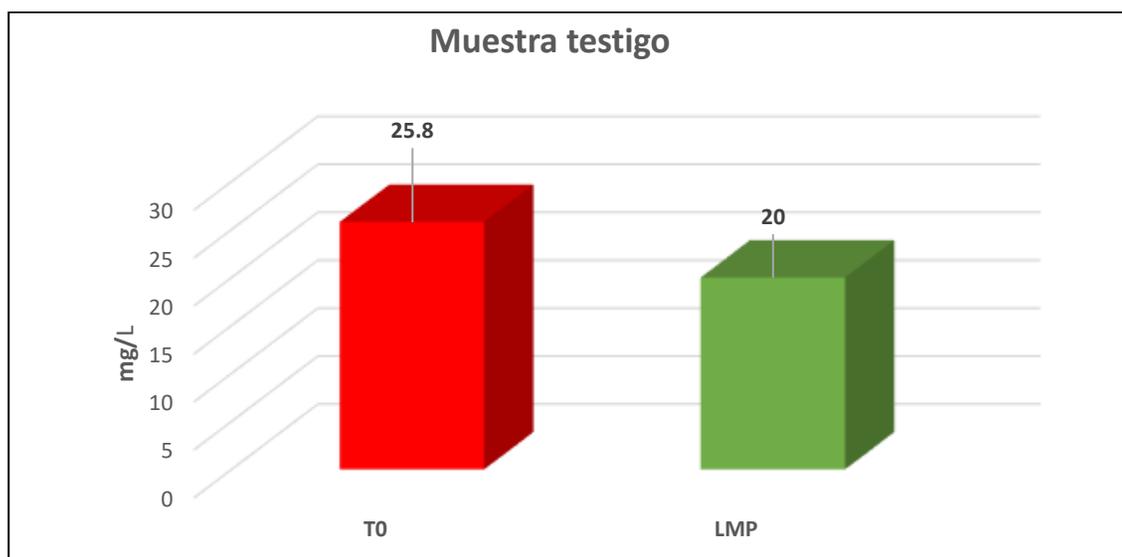


Figura N° 1: Resultados iniciales (T0) de aceites y grasas en aguas residuales urbanas, Tarapoto-2021.

Fuente: Remediación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en aguas residuales urbanas, utilizando dos plantas macrófitas *Scirpus californicus*, *Eichhornia crassipes*, Tarapoto, 2021.

Interpretación:

Las aguas residuales urbanas en Tarapoto contienen el 29 % más de aceites y grasas que lo establecido en los Límites Máximos Permisibles (LMP), la que

establece 20 mg/L, estos compuestos son vertidos de manera directa sin ningún tipo de tratamiento a las aguas del río Cumbaza.

4.2. Las aguas residuales urbanas de Tarapoto, ostentan 33 000 000 NMP/100 de coliformes fecales (tabla 2 y figura 2).

Tabla N° 2: Coliformes fecales pre test de aguas residuales urbanas, Tarapoto-2021.

Muestra de aguas residuales NMP/100mL	LMP-DS: 003-2010-MINAM	NMP/100mL
0 días		
T0		10 000
		33 000 000,0

Fuente: Remediación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en aguas residuales, utilizando dos plantas macrófitas *Scirpus californicus*, *Eichhornia crassipes*, Tarapoto, 2021.

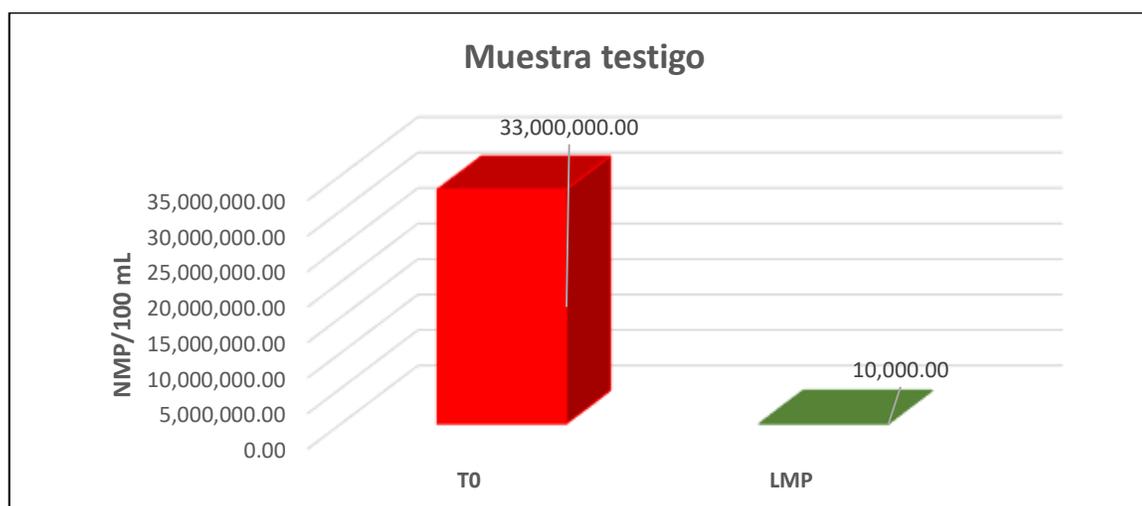


Figura N° 2: Resultados pre-tratamiento de coliformes fecales en aguas residuales urbanas, Tarapoto-2021.

Fuente: Remediación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en aguas residuales urbanas, utilizando dos plantas macrófitas *Scirpus californicus*, *Eichhornia crassipes*, Tarapoto, 2021.

Interpretación:

La tabla y figura 2 muestra a las aguas residuales domésticas con una concentración de 33 000 000 millones NMP/100 ml, lo que significa que los coliformes termotolerantes son 230 000 % más que lo establecido en la normativa vigente (LMP 10 000 NMP/100mL), los cuales son vertidas de manera directa a las aguas del río Cumbaza por carecer de algún tipo de tratamiento previo por parte de la EPS San Martin.

4.3. Las aguas residuales urbanas de Tarapoto contienen 369,6 mg/L de DBO (tabla 3 y figura 3)

Tabla N° 3: Demanda biológica de oxígeno pre tes de aguas residuales urbanas, Tarapoto-2021.

Muestra de agua residual mg/L	LMP-DS: 003-2010-MINAM
0 días	mg/L
T0	100
	369,6

Fuente: Remediación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en aguas residuales urbanas, utilizando dos plantas macrófitas *Scirpus californicus*, *Eichhornia crassipes*, Tarapoto, 2021.

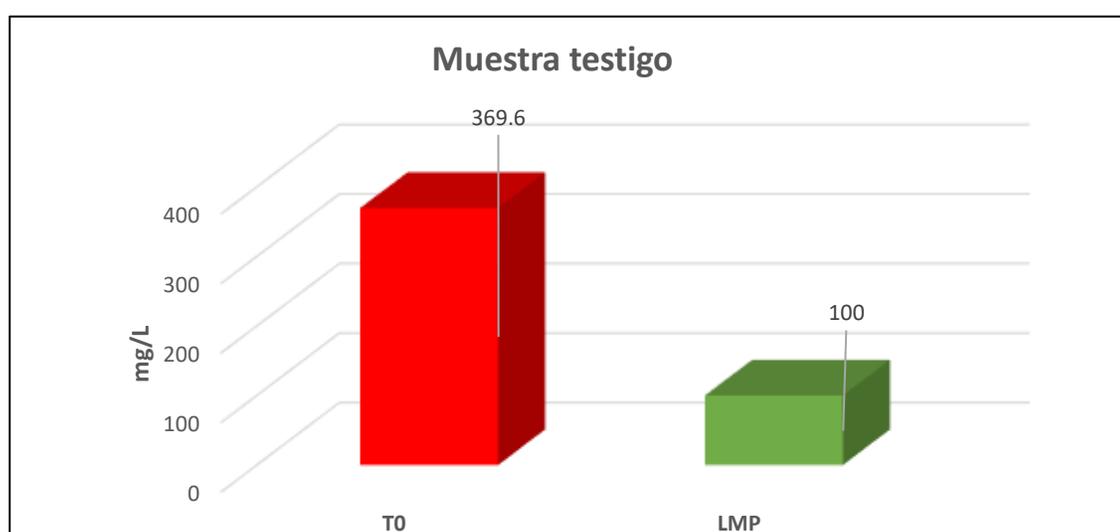


Figura N°3: Resultados pre-tratamiento de Demanda biológica de oxígeno en aguas residuales urbanas, Tarapoto-2021.

Fuente: Remediación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en aguas residuales urbanas, utilizando dos plantas macrófitas *Scirpus californicus*, *Eichhornia crassipes*, Tarapoto, 2021.

Interpretación:

La muestra testigo (T0) pre test la Demanda Biológica de Oxígeno de las aguas residuales urbanas de Tarapoto, muestran un contenido de 269,6 % más que lo permitido y establecido por el LMP la que estipula 100 mg/L para las aguas residuales puedan ser vertidas al cuerpo receptor sin que ocasione un daño potencial al ambiente y la vida de las personas.

4.4. Las aguas residuales urbanas de Tarapoto contienen 579,9mg/L de DBO (tabla 4 y figura 4).

Tabla N° 4: Demanda química de oxígeno pre test de aguas residuales urbanas, Tarapoto-2021.

Muestra de aguas residuales mg O ₂ /L	LMP-DS: 003-2010-MINAM	
0 días	mg O ₂ /L	
T0	579,9	200

Fuente: Remediación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en aguas residuales urbanas, utilizando dos plantas macrófitas *Scirpus californicus*, *Eichhornia crassipes*, Tarapoto, 2021.

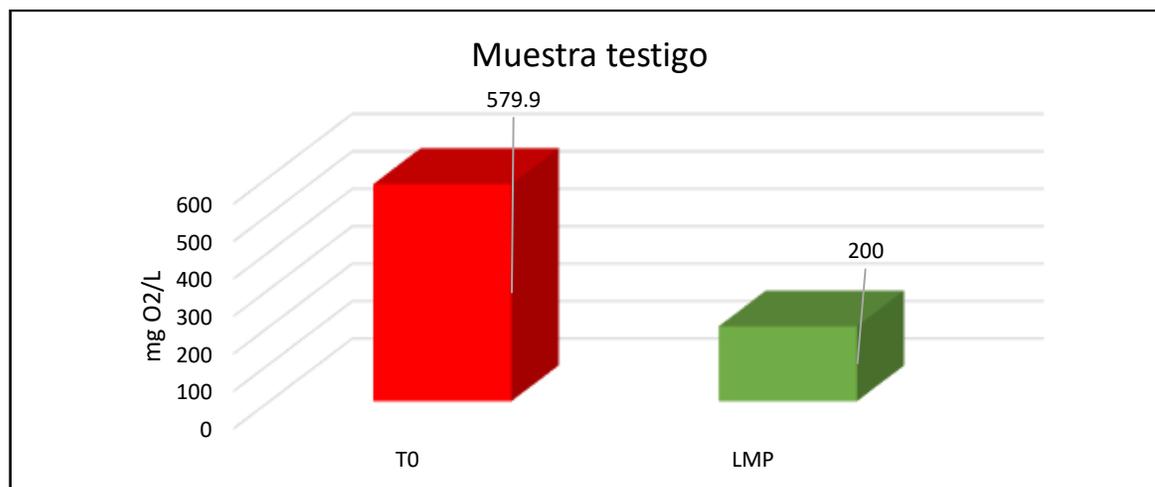


Figura N° 4: Resultados pre tratamiento de Demanda Química de oxígeno de aguas residuales urbanas, Tarapoto-2021.

Fuente: Remediación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en aguas residuales urbanas, utilizando dos plantas macrófitas *Scirpus californicus*, *Eichhornia crassipes*, Tarapoto, 2021.

Interpretación:

Las aguas residuales urbanas de Tarapoto 2021, respecto al parámetro DQO, su concentración pre test (T0) fue de 189,95 % más que lo establecido en los LMP para agua residual que establece 200 mg O₂/L para que puedan ser vertidas a un cuerpo receptor y no represente un riesgo para las personas y el ambiente.

4.5. Las aguas residuales urbanas de Tarapoto contienen 318mg/L de SST (tabla 5 y figura 5).

Tabla N° 5: Sólidos totales en suspensión de aguas residuales urbanas, Tarapoto.

Tratamiento de aguas residuales mL/L	LM- DS: 003-2010-MINAM
0 días	mL/L
T0	150
	318

Fuente: Remediación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en aguas residuales urbanas, utilizando dos plantas macrófitas *Scirpus californicus*, *Eichhornia crassipes*, Tarapoto, 2021.

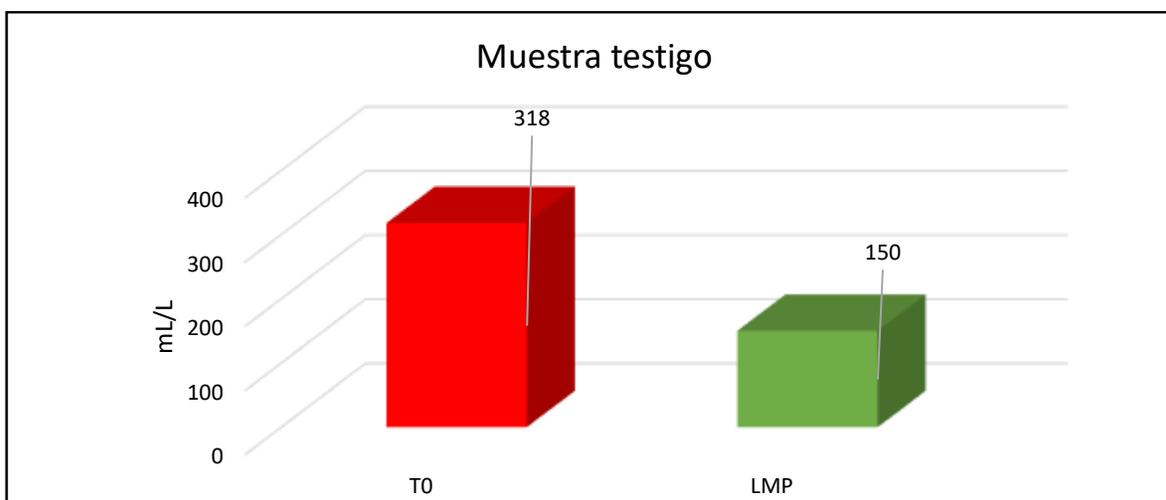


Figura N° 5: Figura que muestra resultados sobre los Sólidos Totales en Suspendidos, pre test de aguas residuales urbanas, Tarapoto-2021.

Fuente: Remediación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en aguas residuales urbanas, utilizando dos plantas macrófitas *Scirpus californicus*, *Eichhornia crassipes*, Tarapoto, 2021.

Interpretación:

Las aguas residuales urbanas de Tarapoto 2021, en el pre test (T0) contienen el 112 % más de sólidos totales suspendidos que lo establecido en los límites máximos permisibles que es de 200 mL/L, concentración requerida para que sean vertidas a los cuerpos receptores sin constituir una amenaza ambiental y poblacional.

4.6. Las aguas residuales de Tarapoto contienen el 7,2 de pH (tabla 6, figura 6).

Tabla N° 6: pH de las aguas residuales urbanas, Tarapoto.

Muestra de aguas residuales	Unidad	LMP-DS: 003-2010- MINAM
T0	0 días	Unidad
	7,2	6.5-8.5

Fuente: Remediación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en aguas residuales urbanas, utilizando dos plantas macrófitas *Scirpus californicus*, *Eichhornia crassipes*, Tarapoto, 2021.

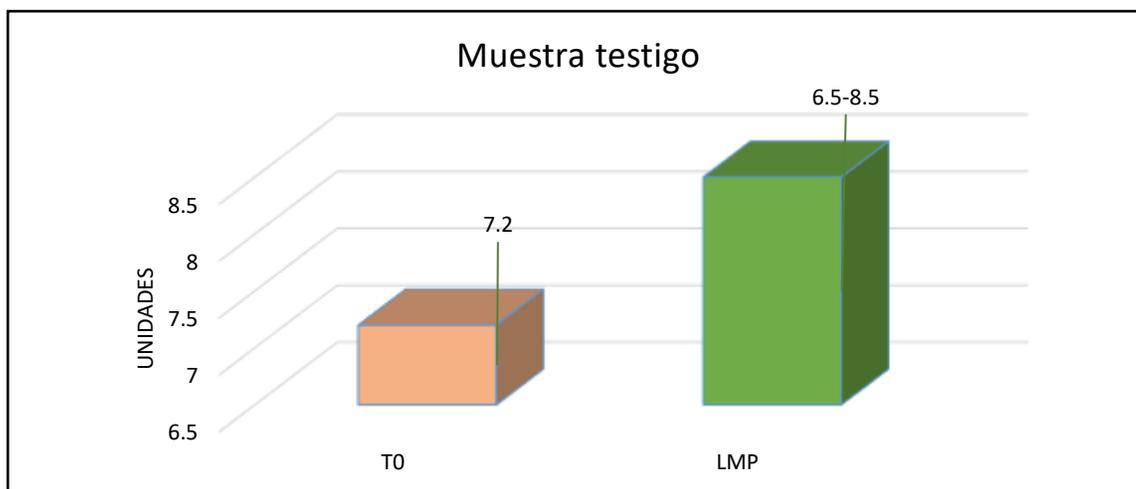


Figura N° 6: Figura que muestran resultados sobre pH pre test en aguas residuales urbanas, Tarapoto-2021

Fuente: Remediación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en aguas residuales urbanas, utilizando dos plantas macrófitas *Scirpus californicus*, *Eichhornia crassipes*, Tarapoto, 2021.

Interpretación:

Referente al pH de las aguas residuales urbanas de Tarapoto, muestran pH de 7,2 unidades resultado obtenido de la medición en campo de la muestra testigo (T0), antes del tratamiento con las plantas macrófitas, esto significa que dicho parámetro de campo se encuentra dentro del rango establecido por los límites máximos permisibles (D. S. N° 003-2010 MINAM) que indica 6.5- 8.5 unidades de pH.

4.7. Las aguas residuales de Tarapoto contienen el 28.2 de temperatura (tabla 7 y figura 7).

Tabla N° 7: Temperatura de las aguas residuales urbanas, Tarapoto-2021.

Muestra de aguas residuales °C	LMP-DS: 003-2010-MINAM °C
0 días	
T0	28,2
	<35

Fuente: Remedación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en aguas residuales urbanas, utilizando dos plantas macrófitas *Scirpus californicus*, *Eichhornia crassipes*, Tarapoto, 2021.

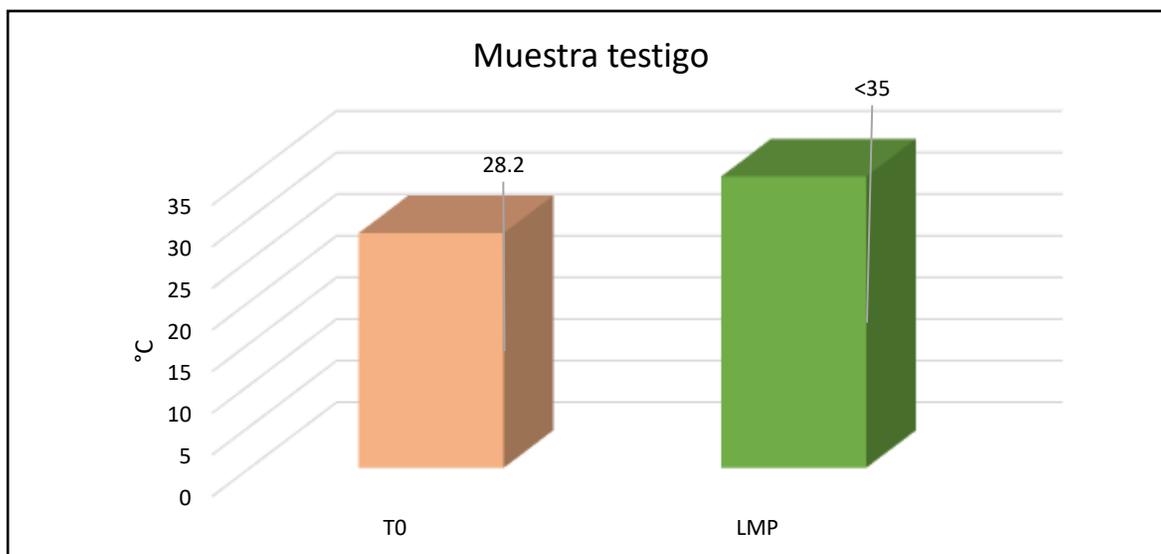


Figura N° 7: Resultados de temperatura pre test en aguas residuales urbanas, Tarapoto-2021.

Fuente: Remedación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en aguas residuales urbanas, utilizando dos plantas macrófitas *Scirpus californicus*, *Eichhornia crassipes*, Tarapoto, 2021.

Interpretación:

Las aguas residuales urbanas de Tarapoto, presentan al parámetro temperatura con 28,2 °C, lo que significa que está dentro el nivel establecido en la normativa nacional de los LMP que recomiendan una temperatura de <35 °C.

Características fisicoquímicas y microbiológicas después de aplicar el tratamiento de aguas residuales urbanas Tarapoto 2021.

4.8. Los aceites y grasas de aguas residuales urbanas, Tarapoto,2021, son remediados con plantas macrófitas de totora y Jacinto de agua. A los 24 días de tratamiento, los aceites y grasas con totora bajaron de 25,8 mg/L a 2 mg/L y con Jacinto de agua bajaron de 25,8 mg/L a 2,3 mg/L (tabla 8 y figura 8).

Tabla N° 8: Tratamientos de aceites y grasas con plantas macrófitas de totora y Jacinto en aguas residuales urbanas, Tarapoto, 2021.

Evaluación de los tratamientos de aguas residuales urbanas con plantas macrófitas de totora y jacinto de agua (mg/L)				LMP-DS:003-2010-MINAM
13 días		23 días		mg/L
T1- Totora	T2 - Jacinto de agua	T3 – Totora	T4 - Jacinto de agua	
3,40	2,50	2,00	2,30	20

Fuente: Remediación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en aguas residuales urbanas, utilizando dos plantas macrófitas *Scirpus californicus*, *Eichhornia crassipes*, Tarapoto, 2021.

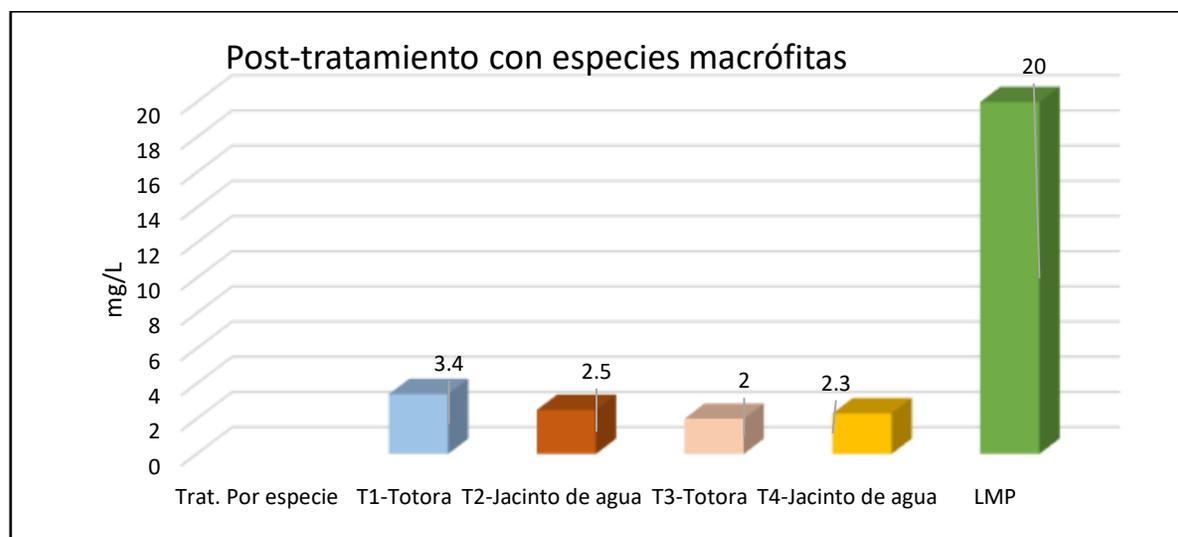


Figura N° 8: Resultados de Aceites y Grasas ARU, post- test.

Fuente: Remediación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en aguas residuales urbanas, utilizando dos plantas macrófitas *Scirpus californicus*, *Eichhornia crassipes*, Tarapoto, 2021.

Interpretación:

Como se muestra en la tabla y figura 8, los aceites y grasas presentes en aguas residuales urbanas de Tarapoto, post tratamiento con macrófitas de las especies totora y Jacinto de agua, a los 24 días de tratamiento, los aceites y grasas con la totora disminuyeron de 25,8 mg/L a 2 mg/L representando una eficiencia de remoción del 92,25 %; y con el Jacinto de agua bajó de 25,8 mg/L a 2,3 mg/L, lo que significa una eficiencia de remoción de 91,09 %. Respecto a lo que establece la norma (20 mg/L), en el tratamiento de 24 días, la eficiencia es 90% con la totora y una eficiencia de 88.5% con el Jacinto de agua.

4.9. Los coliformes fecales de aguas residuales urbanas, Tarapoto, 2021, son remediados con plantas macrófitas de totora y Jacinto de agua. A los 24 días de tratamiento, los coliformes fecales con totora bajaron de 33 000 000 NMP/100 ML a 11 000 NMP/100 ML y con Jacinto de agua bajaron de 33 000 000 NMP/100 ML a 11 000 NMP/100 ML (tabla 9 y figura 9).

Tabla N° 9: Tratamientos coliformes fecales con plantas macrófitas de totora y Jacinto de agua, en aguas residuales urbanas, Tarapoto, 2021.

Evaluación de los tratamientos de aguas residuales urbanas con plantas macrófitas de totora y jacinto de agua (NMP/100 mL)				LMP-DS:003-2010-MINAM NMP/100 mL
13 días		23 días		
T1- Totora	T2 - Jacinto de agua	T3 – Totora	T4 - Jacinto de agua	
7 900	330 000	11 000	11 000	10 000

Fuente: Remediación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en aguas residuales urbanas, utilizando dos plantas macrófitas *Scirpus californicus*, *Eichhornia crassipes*, Tarapoto, 2021.



Figura N° 9: Resultados de Coliformes Fecales, Post-Tratamiento.

Fuente: Remediación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en aguas residuales urbanas, utilizando dos plantas macrófitas *Scirpus californicus*, *Eichhornia crassipes*, Tarapoto, 2021.

Interpretación:

Los coliformes fecales de las aguas residuales de Tarapoto, en el pre-test (T0) muestra una concentración de 33 000 000 NMP/100, pero luego del post test utilizando macrófitas totora y Jacinto de agua, revelaron una disminución en la concentración de estos patógenos de 32 989 000 NMP/100 mL en 24 días de tratamiento, por lo que la eficiencia de remoción con la totora y Jacinto de agua fue del 90.90 %, lo que significa que ambas macrófitas son buenas para tratar patógenos en aguas residuales domésticas.

4.10. La demanda biológica de oxígeno de aguas residuales urbanas, Tarapoto, 2021, son remediados con plantas macrófitas de totora y Jacinto de agua. A los 24 días de tratamiento, la BBO5 con totora bajaron de 369,6 mg/L a 26 mg/L y con Jacinto de agua bajaron de 369,6 mg/L a 11 mg/L (tabla 10 y figura 10).

Tabla N° 10: Post-test de Demanda Biológica de Oxígeno en aguas residuales con plantas macrófitas de totora y Jacinto de agua.

Evaluación de los tratamientos de aguas residuales urbanas con plantas macrófitas de totora y jacinto de agua (mg/L)				LMP-DS:003-2010-MINAM mg/L
13 días		23 días		
T1- Totora	T2 - Jacinto de agua	T3 – Totora	T4 - Jacinto de agua	
22,5	21,0	26,0	11,0	100

Fuente: Remediación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en aguas residuales urbanas, utilizando dos plantas macrófitas *Scirpus californicus*, *Eichhornia crassipes*, Tarapoto, 2021.

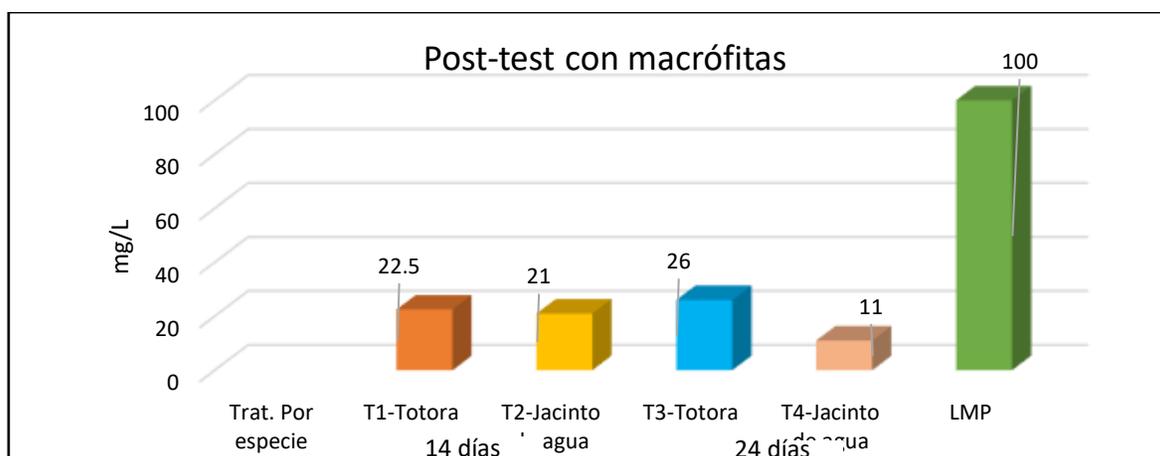


Figura N° 10: Resultados de Demanda Biológica de Oxígeno en aguas residuales urbanas post-test.

Fuente: Remediación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en aguas residuales urbanas, utilizando dos plantas macrófitas *Scirpus californicus*, *Eichhornia crassipes*, Tarapoto, 2021.

Interpretación:

La tabla y figura 10 muestra el tratamiento en 24 días, donde la DBO5 con totora disminuyó de 369,6 mg/L que representa la muestra testigo (T0) a 26 mg/L, lo que significa que dicha macrófita tiene una eficiencia de remoción de 92,97 %; asimismo con Jacinto de agua disminuyó a 11 mg/L lo que significa una eficiencia de 97,02 %, referente a los LMP con la totora se encuentra en el rango de 74% por debajo de lo establecido, y con Jacinto de agua está a 89% por debajo de lo que establece el D. S. N° 003-2010-MINAM.

4.11. La demanda química de oxígeno de aguas residuales urbanas, Tarapoto, 2021, son remediados con plantas macrófitas de totora y Jacinto de agua. A los 24 días de tratamiento, la BQO con totora bajaron de 579,9 mg O₂/L a 214,2 mgO₂/L y con Jacinto de agua bajaron de 579,9 mgO₂/L a 156,2 mgO₂/L (tabla 11 y figura 11).

Tabla N° 11: Tratamientos de remediación con plantas macrófitas de totora y jacinto de agua de demanda química de oxígeno en aguas residuales urbanas, Tarapoto, 2021.

Evaluación de los tratamientos de aguas residuales urbanas con plantas macrófitas de totora y jacinto de agua (mgO ₂ /L)				LMP-DS:003-2010-MINAM mgO ₂ /L
13 días		23 días		
T1- Totora	T2 - Jacinto de agua	T3 – Totora	T4 - Jacinto de agua	
111,6	195,2	214,2	156,2	200

Fuente: Remediación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en aguas residuales urbanas, utilizando dos plantas macrófitas *Scirpus californicus*, *Eichhornia crassipes*, Tarapoto, 2021.

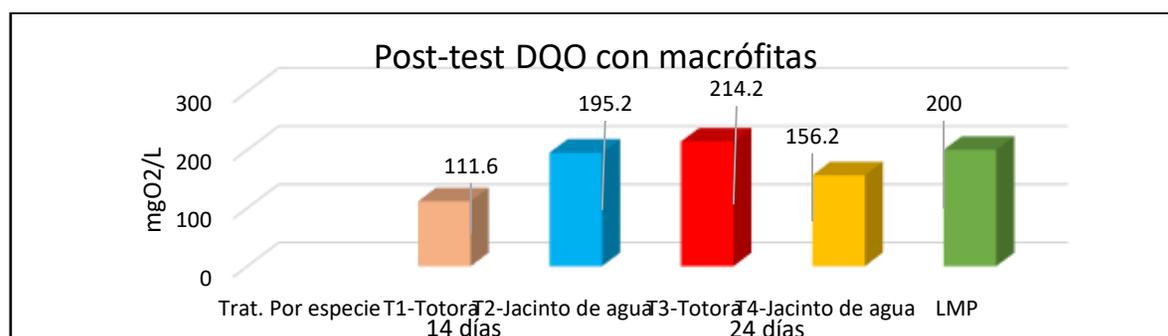


Figura N° 11: Resultados sobre Demanda química de oxígeno en aguas residuales urbanas, Tarapoto-2021, post-tratamiento.

Fuente: Remediación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en aguas residuales urbanas, utilizando dos plantas macrófitas *Scirpus californicus*, *Eichhornia crassipes*, Tarapoto, 2021.

Interpretación:

La demanda química de oxígeno presente en ARU de Tarapoto, fueron tratados con macrófitas totora y Jacinto de agua; al día 24 de tratamiento con la totora redujo de 579,9 mg/L (T0) a 214,2 mg/L representando una eficiencia de eliminación de 63,06 %; así mismo con la especie Jacinto de agua disminuyó de 579,9 mg/L (T0) a 156,2 mg/L lo que significa una eficiencia de remoción de 73,06 %; referente a lo que establece los LMP (200 mg/L DQO), el día 24 días de tratamiento con totora fue 7,1

% de eficiencia, mientras que con el jacinto de agua fue 21,9 % de eficiencia, lo que significa que post test ambas especies son eficientes para tratar DQO.

4.12. Los sólidos totales en suspensión de aguas residuales urbanas, Tarapoto, 2021, son remediados con plantas macrófitas de totora y Jacinto de agua. A los 24 días de tratamiento, los SST con totora bajaron de 318 mL/L a 18 mL/L y con Jacinto de agua bajaron de 318 mL/L a 23 mL/L (tabla 12 y figura 12).

Tabla N° 12: Tratamientos SST con plantas macrófitas totora y Jacinto de agua, en aguas residuales urbanas, Tarapoto, 2021.

Evaluación de los tratamientos de aguas residuales urbanas con plantas macrófitas de totora y jacinto de agua (mL/L)				LMP-DS:003-2010-MINAM
13 días		23 días		mL/L
T1- Totora	T2 - Jacinto de agua	T3 – Totora	T4 - Jacinto de agua	
14	22	18	23	150

Fuente: Remediación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en aguas residuales urbanas, utilizando dos plantas macrófitas *Scirpus californicus*, *Eichhornia crassipes*, Tarapoto, 2021.

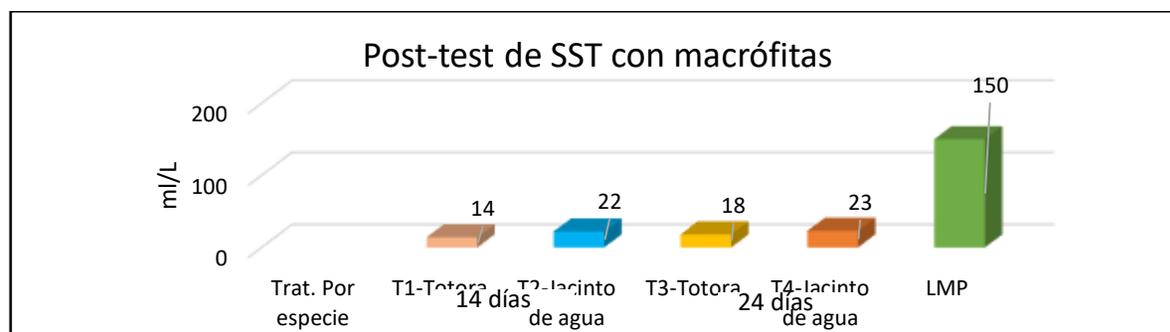


Figura N° 12: Resultados post-test de Sólidos totales suspendidos en aguas residuales urbanas, Tarapoto-2021.

Fuente: Remediación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en aguas residuales urbanas, utilizando dos plantas macrófitas *Scirpus californicus*, *Eichhornia crassipes*, Tarapoto, 2021.

Interpretación:

El tratamiento de los sólidos totales suspendidos presentes en aguas residuales urbanas con plantas macrófitas de totora y Jacinto de agua, en el día 24 de tratamiento

con totora disminuyó de 318 mL/L (T0) muestra testigo a 18 mL/L, lo que representa el 94,34 % de eficiencia de remoción de SST, por su parte el Jacinto de agua redujo de 318 mL/L muestra testigo (T0) a 24 mL/L mostrando una eficiencia de remoción del 92.77 %; respecto a lo establecido en la normativa nacional (LMP 150 mL/L) para sólidos totales suspendidos, los resultados se encuentran por debajo de lo que establece, donde la totora muestra el 88 % de eficiencia y el jacinto de agua 84,67 % de eficiencia de remoción.

4.13. El pH de aguas residuales urbanas, Tarapoto, 2021, son remediados con plantas macrófitas de totora y Jacinto de agua. A los 24 días de tratamiento, el pH con totora subió de 7,2 unidades a 7,4 unidades y con Jacinto de agua subieron de 7,2 unidades a 7,4 unidades (tabla 13 y figura 13).

Tabla N° 13: Tratamientos de pH con plantas macrófitas de totora y Jacinto de agua, aguas residuales urbanas, Tarapoto, 2021.

Evaluación de los tratamientos de aguas residuales urbanas con plantas macrófitas de totora y jacinto de agua -Unidad				LMP- DS:003-2010-MINAM
13 días		23 días		Unidad
T1- Totora	T2 - Jacinto de agua	T3 – Totora	T4 - Jacinto de agua	6.5-8.5
7,1	7,2	7.4	7.4	

Fuente: Remediación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en aguas residuales urbanas, utilizando dos plantas macrófitas *Scirpus californicus*, *Eichhornia crassipes*, Tarapoto, 2021.

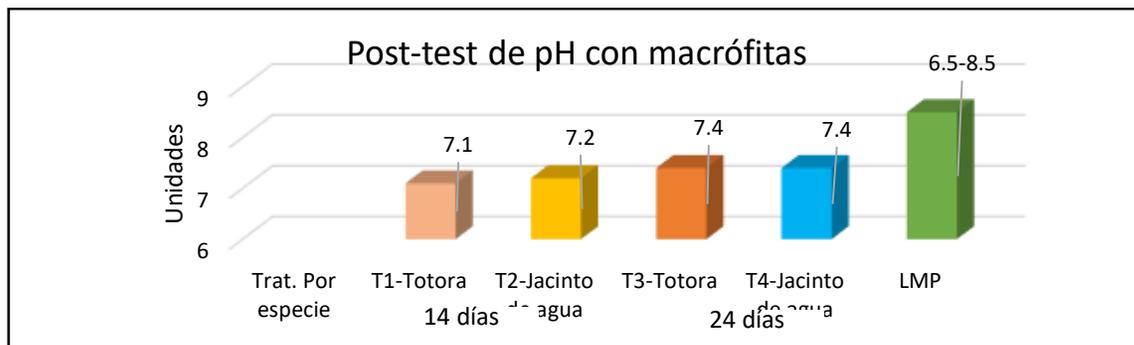


Figura N° 13: Resultados post-test de pH en aguas residuales urbanas, Tarapoto-2021

Fuente: Remediación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en aguas residuales urbanas, utilizando dos plantas macrófitas *Scirpus californicus*, *Eichhornia crassipes*, Tarapoto, 2021.

Interpretación:

La tabla 13 y la figura 13 representa al día 24 del tratamiento del pH con totora y Jacinto de agua, donde la muestra testigo (T0) arroja 7,2 unidades, donde a los 24 días de tratamiento con la macrófita totora arroja 7,4 unidades y con el Jacinto de agua 7,4 ambos tratamientos se encuentran dentro de lo requerido por la norma nacional que es de 6,5 – 8,5 unidades de pH.

4.14. La temperatura de aguas residuales urbanas, Tarapoto,2021, son remediados con plantas macrófitas de totora y Jacinto de agua. A los 24 días de tratamiento, la temperatura con totora bajó de 28,2 °C a 24,2 °C y con Jacinto de agua bajaron de 28,2 °C a 25 °C (tabla 14 y figura 14).

Tabla N° 14: Resultados de la temperatura post-test con plantas macrófitas de totora y Jacinto de agua en aguas residuales urbanas, Tarapoto, 2021.

Evaluación de los tratamientos de aguas residuales urbanas con plantas macrófitas de totora y jacinto de agua °C				LMP- DS:003-2010-MINAM °C
13 días		23 días		
T1- Totora	T2 - Jacinto de agua	T3 – Totora	T4 - Jacinto de agua	<35
24,2	23,9	24.6	25	

Fuente: Remediación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en aguas residuales urbanas, utilizando dos plantas macrófitas *Scirpus californicus*, *Eichhornia crassipes*, Tarapoto, 2021.

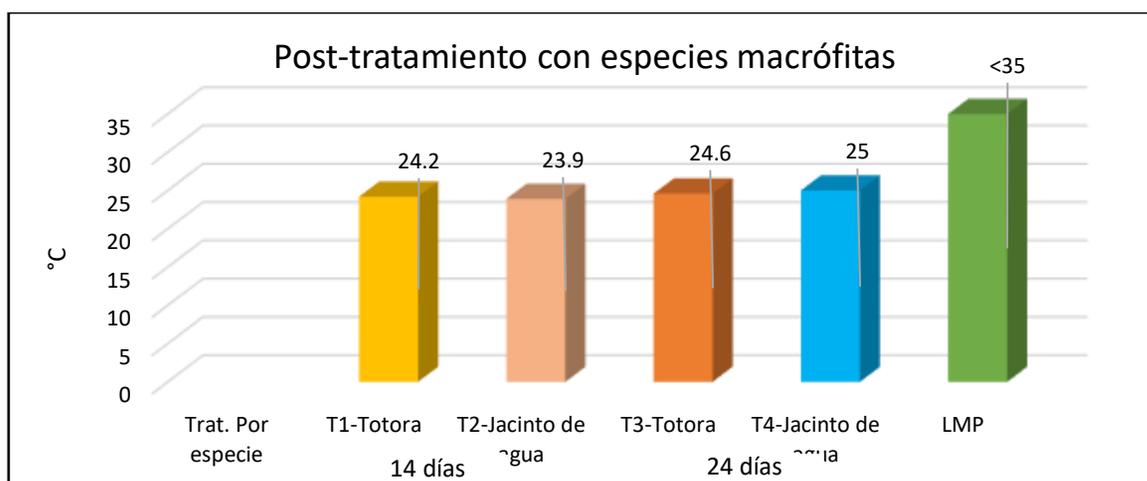


Figura N° 14: Resultados post-test de la temperatura en aguas residuales urbanas, Tarapoto-2021.

Fuente: Remediación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en aguas residuales urbanas, utilizando dos plantas macrófitas *Scirpus californicus*, *Eichhornia crassipes*, Tarapoto, 2021.

Interpretación:

La tabla y figura 14 se muestra el día 24 de tratamiento de la temperatura con totora y Jacinto de agua, donde la muestra testigo (T0) muestra 28.2 °C, pero en los mismos días post test con totora presenta una temperatura de 24.6 °C y con Jacinto de agua 25 °C, lo que significa que ambos tratamientos se encuentran dentro de lo que establece los LMP que es de <35 °C.

Diseñar la estructura de estanques para la remediación de aguas residuales urbanas, con plantas macrófitas *Scirpus californicus* y *Eichhornia crassipes* Tarapoto 2021.

4.15. La confección de 4 estanques de 30 Lt de capacidad, se utilizaron 0,25 kg de clavos; 7 M2 de plástico de polietileno; 2 M2 de malla; 6 siliconas en barra; 4 cajas de maderas fruteras y 1 pistola para siliconas. El tiempo empleado para confeccionar los 4 estanques fue de 4 horas hombre. El costo de confección por las 4 cajas estanque fue de 142 soles en materiales (tabla 15 y figura 14)

N° orden	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario
1	Clavos	Kg	0.25	8
2	Plástico polietileno	M2	7	8
3	Malla	M2	2	8
4	Silicona en barra	Unidad	6	2
5	Caja de maderas	Unidad	4	10
6	Pistola para silicona	Unidad	1	16
Total				S/. 142.00

Tabla N° 15: Presupuesto para la elaboración de 4 estanques de madera y plástico.

Fuente: Remediación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en aguas residuales urbanas, utilizando dos plantas macrófitas *Scirpus californicus*, *Eichhornia crassipes*, Tarapoto, 2021.

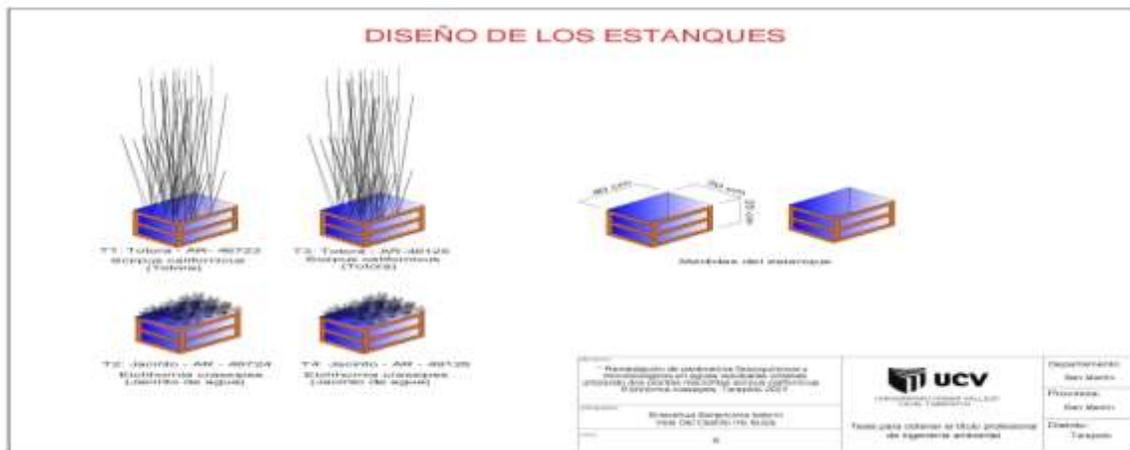


Figura N° 15: Diseño AutoCAD de los estanques de madera, con medidas de 40 cm de largo, 30 cm de ancho y 25 cm de altura.

Fuente: Remediación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en aguas residuales urbanas, utilizando dos plantas macrófitas *Scirpus californicus*, *Eichhornia crassipes*, Tarapoto, 2021.

Capacidad del estanque

$$V: L \times A \times H = 40 \text{ cm} * 30 \text{ cm} * 25 \text{ cm}$$

$$V = \frac{30000 \text{ cm}^3 * 1 \text{ Lt}}{1000 \text{ cm}^3}$$

$V = 30 \text{ Lt}$

Fuente: Remediación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en aguas residuales urbanas, utilizando dos plantas macrófitas *Scirpus californicus*, *Eichhornia crassipes*, Tarapoto, 2021.

Interpretación:

Los cuatro estanques fueron elaborados con un costo presupuestal de S/.142.00 y con una capacidad de volumen de 30 Lt, en donde solo se utilizó 20 litros para el vaciado de agua residual, adicional a ello 10 plantas de cada especie (*Scirpus californicus*, *Eichhornia crassipes*).

Eficiencia de remoción de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas residuales urbanas, utilizando dos plantas macrófitas, *Scirpus californicus* y *Eichhornia crassipes*, Tarapoto 2021.

4.16. La totora tiene 92,25 % de eficiencia en la remoción de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de aceites y grasas de aguas residuales urbanas. El Jacinto tiene 91,09 % de eficiencia en AyG. Ambas evaluaciones a los 24 días de vida en los estanques (tabla 16 y figura 16)

Tabla N° 16: Porcentaje de remoción del tratamiento de aguas residuales urbanas, Tarapoto-2021 con totora y Jacinto de agua en AyG.

	% Efic.Remoción		LMP DS 003-2010 mg/L
	14 días	24 días	
Totora	86.82	92.25	20
Jacinto	90.31	91.09	

Fuente: Remediación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en aguas residuales urbanas, utilizando dos plantas macrófitas *Scirpus californicus*, *Eichhornia crassipes*, Tarapoto, 2021.

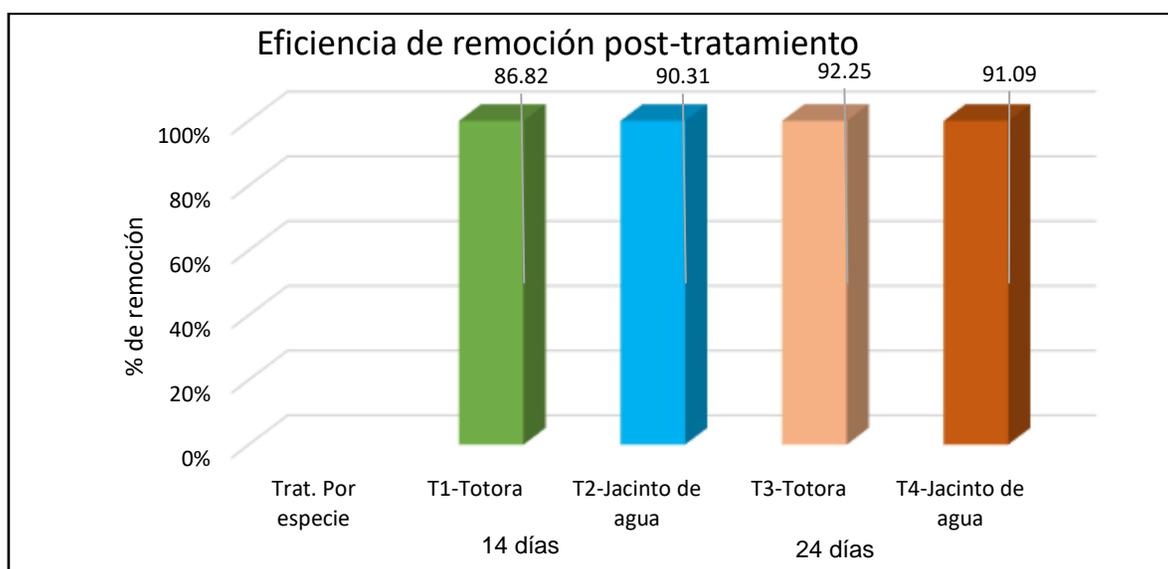


Figura N° 16: En la figura se muestran resultados del porcentaje de eficiencia de remoción después del tratamiento de aceites y grasas en aguas residuales urbanas, Tarapoto-2021.

Fuente: Remediación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en aguas residuales urbanas, utilizando dos plantas macrófitas *Scirpus californicus*, *Eichhornia crassipes*, Tarapoto, 2021.

Interpretación:

En la tabla y figura 16 se muestran resultados de la eficiencia de remoción de aceites y grasas en aguas residuales urbanas empleando plantas macrófitas, donde en 14 días de tratamiento con totora la eficiencia de remoción de este parámetro fue 86,82%, mientras que para Jacinto de agua la eficiencia de remoción es de 90,31 %; pero en el día 24 de tratamiento con totora se obtuvo una eficiencia de remoción de 92,25 % y con jacinto de agua 91,09 %, lo que significa que ambas plantas macrófitas tiene una buena capacidad removedora de aceites y grasas en ARU.

4.17. La totora tiene 99,97 % de eficiencia en la remoción de coliformes fecales en aguas residuales urbanas. El Jacinto tiene 99,97 % de eficiencia en coliformes fecales. Ambas evaluaciones a los 24 días de vida en los estanques (tabla 17 y figura 17)

Tabla N° 17: Porcentaje de remoción de coliformes fecales de aguas residuales urbanas, Tarapoto-2021 con totora y Jacinto de agua.

	% Efic.Remoción		LMP DS 003-2010 NMP/100mL
	14 días	24 días	
Totora	99.98	99.97	10000
Jacinto	99	99.97	

Fuente: Remediación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en aguas residuales urbanas, utilizando dos plantas macrófitas *Scirpus californicus*, *Eichhornia crassipes*, Tarapoto, 2021.

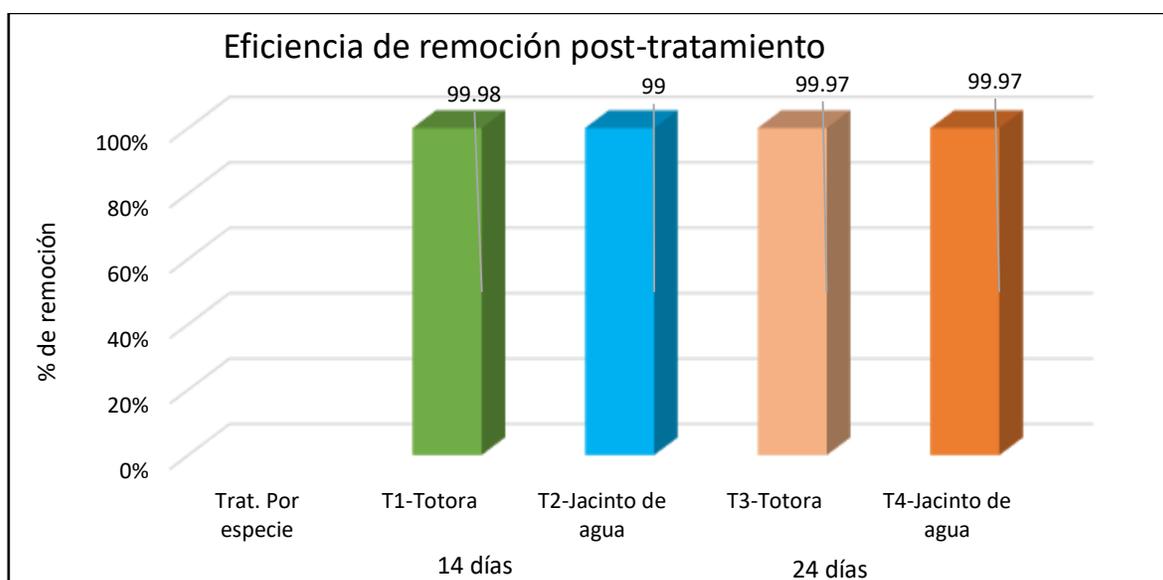


Figura N° 17: La figura muestra el porcentaje de remoción de coliformes fecales en aguas residuales urbanas, Tarapoto, post-tratamiento.

Fuente: Remediación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en aguas residuales urbanas, utilizando dos plantas macrófitas *Scirpus californicus*, *Eichhornia crassipes*, Tarapoto, 2021.

Interpretación:

Se muestran resultados de la eficiencia de remoción de coliformes fecales, tratamiento con plantas macrófitas de *Scirpus californicus* y *Eichhornia crassipes* en aguas residuales urbanas, Tarapoto-2021, a los 14 de tratamiento el *Scirpus californicus* presenta una eficiencia de remoción de 99,98 %, mientras tanto el *Eichhornia crassipes* presenta el 99 % ; a los 24 días de tratamiento la totora tuvo eficiencia de 99,97 % y el jacinto de agua removió 99,97 % de coliformes fecales; demostrando de tal forma que las dos especies macrófitas son muy eficientes para el tratamiento de aguas residuales urbanas en coliformes fecales.

4.18. La totora tiene 92,97 % de eficiencia en la remoción de demanda biológica de oxígeno en aguas residuales urbanas. El Jacinto tiene 97,02 % de eficiencia de DBO5. Ambas evaluaciones a los 24 días de vida en los estanques (tabla 18 y figura 18)

Tabla N° 18: Porcentaje de remoción de DBO5 en aguas residuales urbanas, Tarapoto-2021 con totora y Jacinto de agua

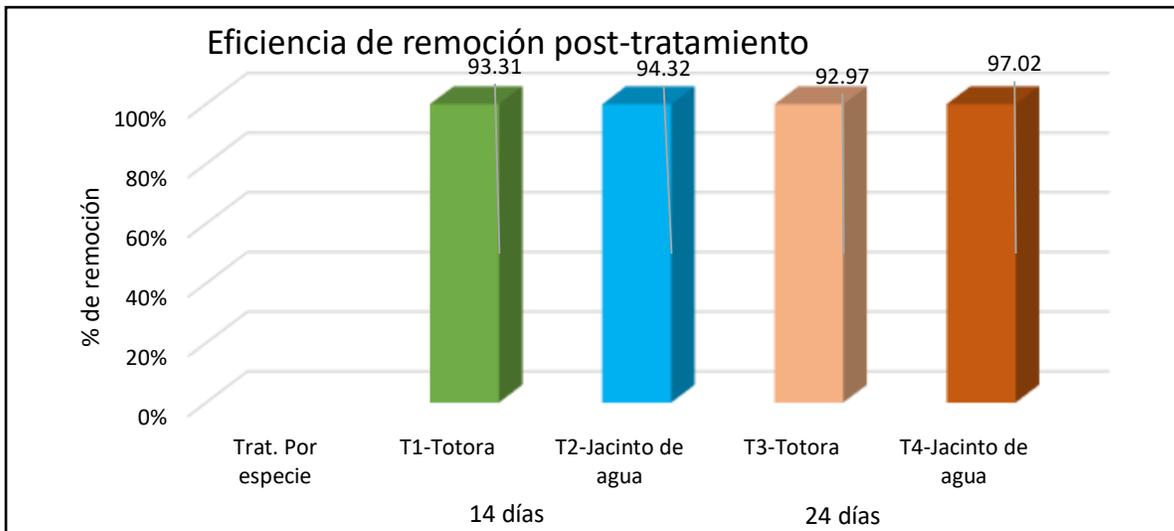
	% Efic.Remoción		LMP DS 003-2010 NMP/100mL
	14 días	24 días	
Totora	93.91	92.97	100
Jacinto	94.32	97.02	

Fuente: Remediación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en aguas residuales urbanas, utilizando dos plantas macrófitas *Scirpus californicus*, *Eichhornia crassipes*, Tarapoto, 2021.

Figura N° 18: Resultado de porcentaje de remoción de demanda biológica de oxígeno en aguas residuales urbanas, Tarapoto-2021.

Fuente: Remediación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en aguas residuales urbanas, utilizando dos plantas macrófitas *Scirpus californicus*, *Eichhornia crassipes*, Tarapoto, 2021.

Interpretación:



El porcentaje de remoción de la DBO5 en aguas residuales urbanas utilizando macrófitas se muestran en la tabla y figura 18; donde a los 14 días de tratamiento con totora se obtuvo una eficiencia de remoción de 93,31 %, y con Jacinto de agua 94,32 %; ya a los 24 días la totora eliminó en 92,97 % la demanda biológica de oxígeno y el jacinto de agua 97,02 %, lo que significa una capacidad alta de remoción de ambas macrófitas.

4.19. La totora tiene 63,06 % de eficiencia en la remoción de demanda química de oxígeno de aguas residuales urbanas. El Jacinto tiene 73,06 % de eficiencia de DQO, Ambas evaluaciones a los 24 días de vida en los estanques (tabla 19 y figura 19)

Tabla N° 19: Porcentaje de remoción del tratamiento de aguas residuales urbanas, Tarapoto-2021 con totora y Jacinto de agua en DQO.

	% Efic.Remoción		LMP DS 003-2010 NMP/100mL
	14 días	24 días	
Totora	80,76	63,06	200
Jacinto	66,34	73,06	

Fuente: Remediación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en aguas residuales urbanas, utilizando dos plantas macrófitas *Scirpus californicus*, *Eichhornia crassipes*, Tarapoto, 2021.

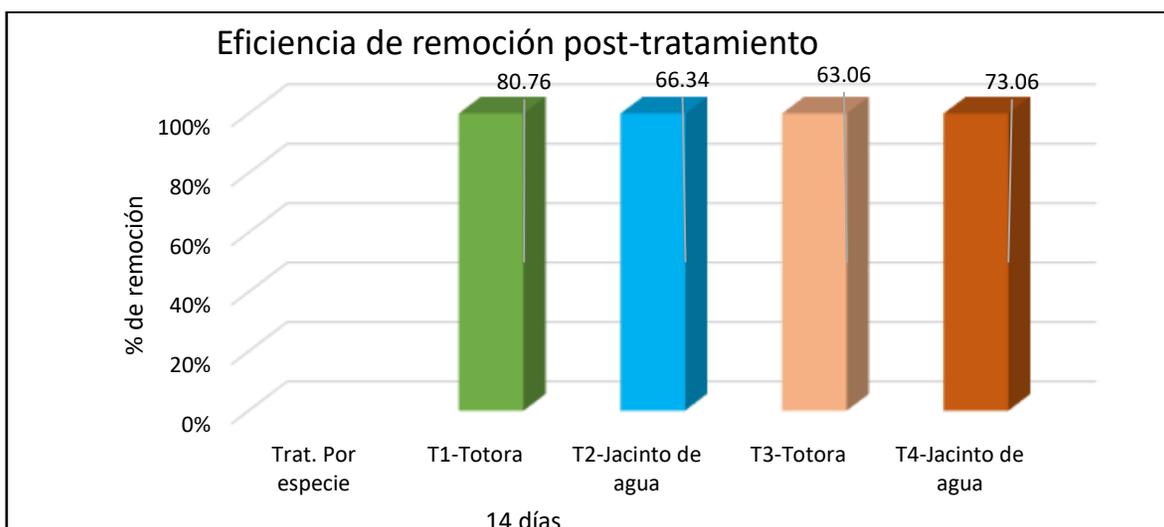


Figura N° 19: Porcentaje de remoción de DQO en ARU con macrófitas

Fuente: Remediación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en aguas residuales urbanas, utilizando dos plantas macrófitas *Scirpus californicus*, *Eichhornia crassipes*, Tarapoto, 2021.

Interpretación:

Los resultados de la tabla y figura 19 muestran resultados de eficiencia de remoción de DQO con plantas macrófitas en aguas residuales urbanas, Tarapoto-2021; a los 14 días de tratamiento con totora la eficiencia de remoción de este parámetro fue 80,76 % y con Jacinto de agua 66,34 %, y a los 24 días de tratamiento la totora tuvo una eficiencia de remoción de 63,06 % y Jacinto de agua con una eficiencia de eliminación de 73,06 %, lo que significa la capacidad remediadora de ambas macrófitas.

4.20. La totora tiene 94,34 % de eficiencia en la remoción de sólidos totales suspendidos de aguas residuales urbanas. El Jacinto tiene 92,77 % de eficiencia de sólidos totales suspendidos Ambas evaluaciones a los 24 días de vida en los estanques (tabla 20 y figura 20)

Tabla N° 20: Porcentaje de remoción SST en aguas residuales urbanas, Tarapoto-2021 utilizando totora y Jacinto de agua.

	% Efic.Remoción		LMP DS 003-2010 NMP/100mL
	14 días	24 días	
Totora	95,60	94,34	150
Jacinto	93,08	92,77	

Fuente: Remediación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en aguas residuales urbanas, utilizando dos plantas macrófitas *Scirpus californicus*, *Eichhornia crassipes*, Tarapoto, 2021.

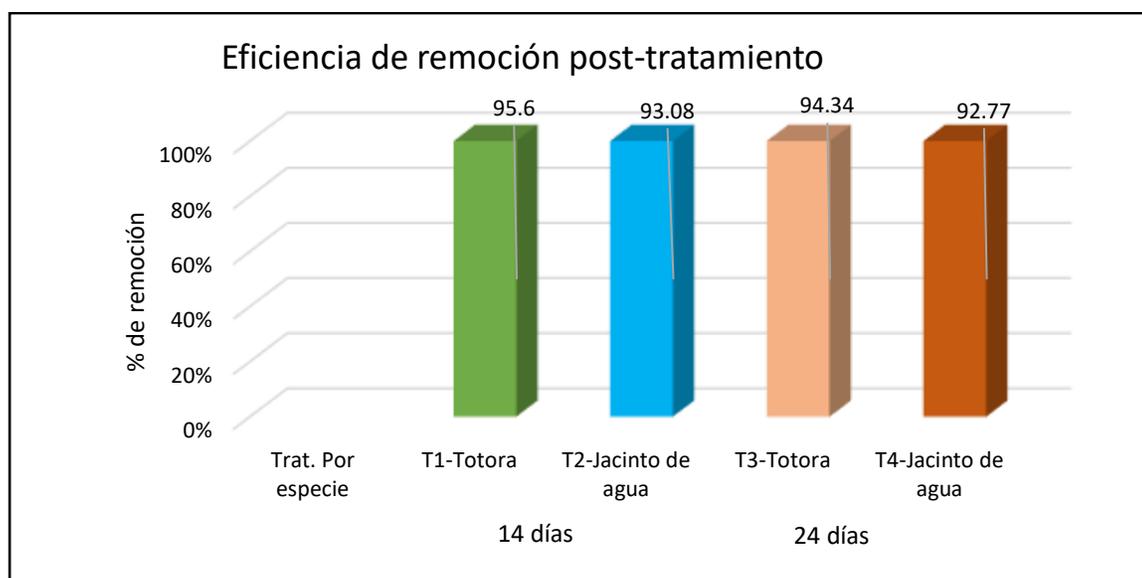


Figura N° 20: Resultado de porcentaje de remoción de sólidos totales suspendidos post-tratamiento.

Fuente: Remediación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en aguas residuales urbanas, utilizando dos plantas macrófitas *Scirpus californicus*, *Eichhornia crassipes*, Tarapoto, 2021.

Interpretación:

La tabla 20 y la figura 20 muestran resultados sobre la remoción de Sólidos totales suspendidos post-tratamiento de agua residuales urbanas, Tarapoto-2021, a los 14 días de tratamiento la especie macrófita de *Scirpus californicus* muestra un porcentaje

de remoción de 95,6 %, y la especie *Eichhornia crassipes* tuvo remoción de 93,08 %; mientras tanto a los 24 días post-tratamiento el *Scirpus californicus* tuvo eficiencia de 94,34 %, y la *Eichhornia crassipes* 92,77 %.

4.21. La totora y jacinto de agua tiene 7,4 unidades de pH de aguas residuales urbanas. Ambas evaluaciones a los 24 días de vida en los estanques (tabla 21 y figura 21)

Tabla N° 21: Tratamientos de pH con plantas macrófitas de totora y Jacinto de agua, en aguas residuales urbanas, Tarapoto, 2021.

Evaluación de los tratamientos de aguas residuales urbanas con plantas macrófitas de totora y jacinto de agua-Unidad				
14 días			24 días	
T0	T1-Totora	T2 - Jacinto de agua	T3 - Totora	T4 - Jacinto de agua
7,2	7,1	7,2	7,4	7,4

Fuente: Remediación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en aguas residuales urbanas, utilizando dos plantas macrófitas *Scirpus californicus*, *Eichhornia crassipes*, Tarapoto, 2021.

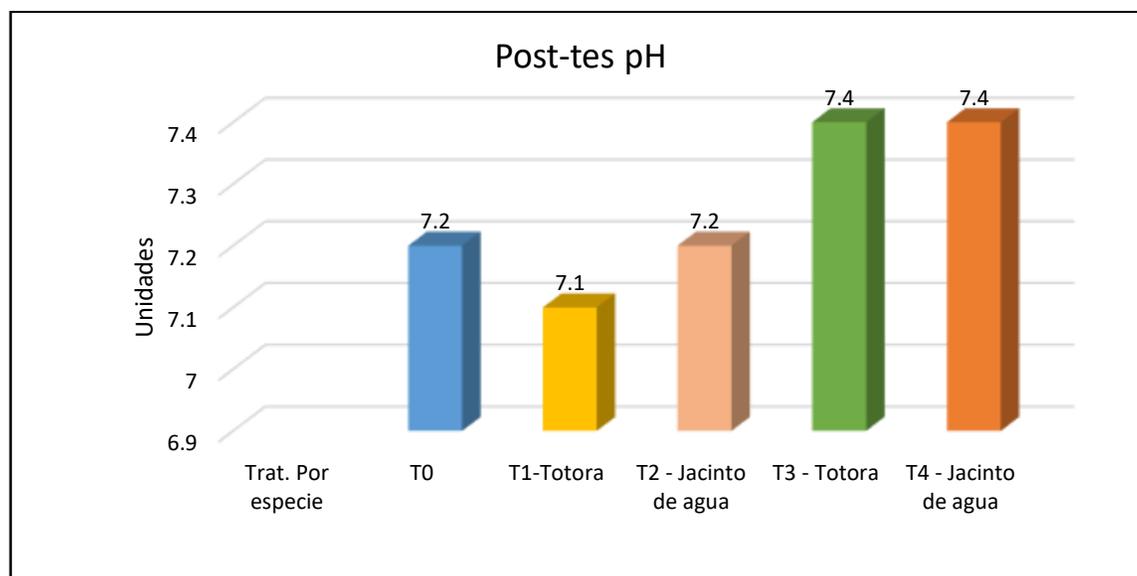


Figura N° 21: Resultado del pH pre y post-tratamiento en 14 y 24 días

Fuente: Remediación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en aguas residuales urbanas, utilizando dos plantas macrófitas *Scirpus californicus*, *Eichhornia crassipes*, Tarapoto, 2021.

Interpretación:

La tabla 21 y la figura 21 muestra los resultados de pH en aguas residuales urbanas, Tarapoto-2021, donde la muestra testigo (T0) indica 7, 2 unidades; pero a los 14 días de tratamiento el T1 con totora obtiene resultados de 7,1 unidades y T2 con Jacinto de agua 7,2 unidades, a los 24 días de tratamiento el T3 con totora obtuvo 7,4 unidades y el T4 con Jacinto de agua también 7,4 unidades, lo que significa que hay una variación no significativa del pH en todos los tratamientos con macrófitas y encontrándose dentro del nivel establecido por los LMP (DS. N°003-2010-MINAM).

4.22. La totora tiene 24,6 °C de temperatura en aguas residuales urbanas. El Jacinto tiene 25,0 °C de temperatura, Ambas evaluaciones a los 24 días de vida en los estanques (tabla 22 y figura 22)

Tabla N° 22: Tratamientos de la temperatura con macrófitas totora y Jacinto de agua.

Evaluación de los tratamientos de aguas residuales urbanas con plantas macrófitas de totora y jacinto de agua-Unidad				
	14 días		24 días	
T0	T1-Totora	T2 - Jacinto de agua	T3 – Totora	T4 - Jacinto de agua
28,2	24,2	23,9	24,6	25,0

Fuente: Remediación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en aguas residuales urbanas, utilizando dos plantas macrófitas *Scirpus californicus*, *Eichhornia crassipes*, Tarapoto, 2021.

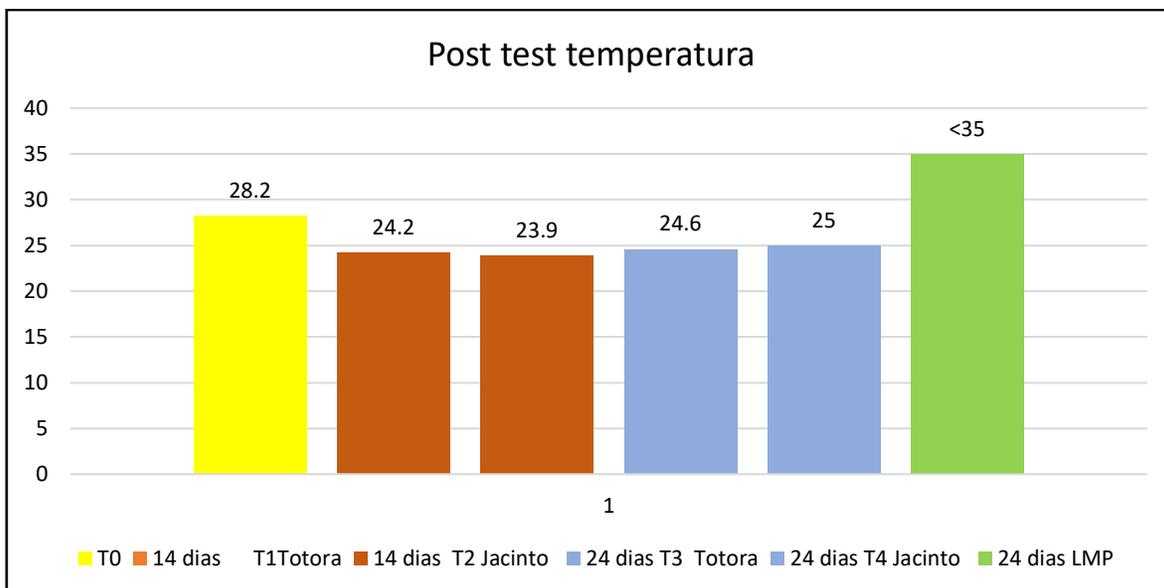


Figura N° 22: Resultado de la temperatura pre y post-tratamiento en 14 y 24 días.

Fuente: Remediación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en aguas residuales urbanas, utilizando dos plantas macrófitas *Scirpus californicus*, *Eichhornia crassipes*, Tarapoto, 2021.

Interpretación:

La tabla 22 y figura 22 muestra la variación de temperatura existente en el tratamiento de aguas residuales con macrófitas desde el pre test (T0) y post test, donde el T0 es 28,2 °C, a los 14 días el tratamiento T1-Totorá se obtiene 24, 2 °C, en el tratamiento T2-Jacinto de agua se obtiene 23,9 °C, y a los 24 días de tratamiento T3-totorá muestra 24,6 °C y el tratamiento T4-Jacinto de agua 25 °C, lo que significa que hay una la variación de temperatura poco significativa en los 4 tratamientos con respecto a la muestra testigo, todos estos resultados encontrados están dentro lo establecido en el Decreto Supremo 003-2010-MINAM, que considera <35 °C.

V. DISCUSIÓN

La finalidad del proyecto de investigación fue demostrar la eficiencia de las plantas macrófitas *Scirpus californicus* y *Eichhornia crassipes* en la remediación parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en aguas residuales urbanas, lo que nos permitió llegar a resultados pre test, donde los aceites y grasas en T0 tiene un valor de 25.80 mg/l, los coliformes fecales con 33 000 000 NMP/100 ml, DBO5 con 369.6 mg/l, DQO con 579.9 mgO₂/L, los STS con 318 ml/L, el pH con 7.2 unidades y la temperatura con 28.2 °C, teniendo en cuenta lo anterior, Cubas y Mirales (2020), mencionan que los sólidos totales suspendidos pre test fue de 128 mg/l, para luego utilizando la macrófita de *Scirpus californicus* en el humedal artificial a los 15 días de tratamiento tuvo una concentración de 98 mg/L y durante 25 días de tratamiento arrojó resultados de 94 mg/L, donde se demuestra la eficiencia de remoción de la planta de un 73% respecto al parámetro de los sólidos totales suspendidos.

Con respecto a los tratamientos fisicoquímicos y microbiológicos se tiene que los aceites y grasas en 24 días de tratamiento disminuyeron de 25.8 a 2 mg/L, representando una eficiencia de remoción con totora de 92.25% y con Jacinto de agua con 91.09%, los coliformes fecales en 24 días de tratamiento con ambas macrófitas se obtuvieron eficiencias de remoción del 90,90%, la DBO5 con totora tuvo una remoción de 92.7% y con Jacinto de agua 97.02%, la DQO con totora de obtuvo una eficiencia de remoción de 63.06% y con Jacinto 73.06 de eficiencia, para SST con totora se alcanzó 94.34% y con Jacinto 92.77%, asimismo Solís, et al. (2016) usaron el análisis asimétrico, donde evaluaron cuatro tratamientos y grupo de control, la máxima eficiencia para eliminar contaminantes de aguas residuales DQO, DBO5, la eliminación de TSS fue de 97.1, 83., 97.8, 97.5, 97.2, 91.1, 97,7% cada uno, seguido de la eliminación de 9 ,8 humedales que se extienden por encima del suelo utilizando *Paniculatum baby* 71,5; 9 ,7; 9 ,8; 92,7; 52,2% y 93,0%, respectivamente.

Del mismo modo Ramírez y Paredes (2018), en su proyecto de investigación evaluaron la remoción del parámetro coliformes termotolerantes utilizando la especie

del *Eichhornia crassipes* mediante fitorremediación en aguas residuales domésticas, puesto que los coliformes fecales suelen adherirse al cuerpo radicular de las macrófitas para así contribuir a eliminar especies dañinas que están dentro de las aguas residuales; también menciona que la disminución de los coliformes fecales se da a partir de los 7 días de haber comenzado el tratamiento. Entonces llegaron a la conclusión de que la especie *Eichhornia crassipes* es una de las mejores especies para remover concentraciones de contaminantes, puesto que en el estudio se logró remover 1.4E + NMP/100 ML. De acuerdo a nuestros resultados obtenidos se manifiesta que la especie de *Eichhornia crassipes* disminuyó a 32 989 000 NMP/100 mL de coliformes fecales lo que representa el 99,97 % de eficiencia de remoción.

Por su parte, Garavito y Ospina (2020) indican que en cuanto a la reducción de los parámetros analizados empleando Jacinto de Agua, en tratamientos con agua residuales, hubo un máximo de 91,11% de remoción de DBO5 y 97,32% de DQO, también en sólidos totales suspensión demostró su eficiencia con un 44.4 % demostrando de esa manera su eficiencia en fitorremediación de aguas residuales urbanas, mientras tanto en nuestro proyecto se obtuvo eficiencias de remoción de 97,02 % en DBO5 y 73,06 % en DQO, cabe mencionar que estamos de acuerdo a que la especie macrófita eficaz al remover los contaminantes mencionados.

Por otro lado, Cubas y Mírales (2020), menciona que el *Scirpus Californicus* con respecto a los sólidos totales en suspensión, antes de ingresar al humedal de agua residual fue de 128 mg/L, demostrando en la primera muestra de los 15 días un total 98mg/L y durante los 25 días después arrojó un resultado de 94mg/L demostrando su eficiencia de remoción de un 73% en el parámetro SST. Los resultados obtenidos en nuestra investigación son eficaces ya que indican un nivel de remoción elevado con la especie, el *Scirpus Californicus* muestra 94,34 % de eficiencia de remoción por lo que existe diferencia significativa al remover los contaminantes de Sólidos totales en suspensión.

De acuerdo a Newete y Byrne (2016), mencionan que las especies macrófitas de Jacinto de Agua (*Eichhornia crassipes*) y totora (*Scirpus californicus*) contiene la

capacidad de adaptarse y desarrollarse a niveles considerables de nutrientes en el medio acuático, sobrevive en un rango de temperaturas de 1 °C a 40 °C con un crecimiento favorable ente 25°C y 27,5 °C y en un pH de 6 a 8. por ello, es utilizado para tratar aguas residuales con trazas de metales pesados y otros contaminantes inorgánicos y orgánicos derivados de descargas industriales. En comparación con nuestros resultados ambas especies se adaptaron a los niveles de pH mostrando resultados de totora 7,4 unidades y el Jacinto de agua 7,4 unidades, y temperatura con la tora 24,6 °C y en el Jacinto de agua 25 °C.

Después de tener conocimiento sobre los resultados, se ve una creciente necesidad de emplear alternativas naturales y amigables con el ambiente para el tratamiento de las aguas residuales domésticas, estas tecnologías no necesitan grandes energías y no representan costos elevados para su implementación, por lo que constituyen una forma sostenible de tratamiento de las ARU, ya sea para su reutilización o para ser vertidas en los cuerpos receptores.

VI. CONCLUSIONES

Los resultados encontrados pre test (T0) de las aguas residuales urbanas de la localidad de Tarapoto, donde se puede evidenciar una concentración elevada de contaminantes presentes en donde casi en su totalidad de los parámetros evaluados sobre pasan lo establecido en la norma nacional vigente (D. S. N° 003-2010-MINAM), tales como para aceites y grasas 25,80 mg/L, Coliformes fecales 33 000 000,0 NMP/100 mL, Demanda biológica de oxígeno 369,6 mg/L, Demanda química de oxígeno 579,9 mgO₂/L, Sólidos totales suspendidos 318 mg/L, mientras tanto el pH representa 7,2 unidades y Temperatura 28,2 °C, indicando que se encuentran dentro de la normativa.

Las características fisicoquímicas y microbiológicas post test (T1, T2, T3 y T4) utilizando las macrófitas de totora (*Scirpus californicus*) y Jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) evidenciaron una disminución considerable de la concentración en todos los parámetros evaluados, en donde se muestran los siguientes resultados a los 14 días, aceites y grasas con totora 3,40 mg/L, con jacinto de agua 2,50 mg/L, coliformes fecales con totora 7 900 NMP/100 mL, con jacinto de agua 330 000 NMP/100 mL, demanda biológica de oxígeno con totora 22,5 mg/L, con jacinto de agua 21,0 mg/L, demanda química de oxígeno con totora 111,6 mgO₂/L y con jacinto de agua 195,2 mgO₂/L, para sólidos totales suspendidos con totora 14 mg/L, jacinto de agua 22 mg/L; para pH con totora 7,1 unidades y con jacinto 7,2 unidades; para temperatura con totora 24,2 °C y con jacinto de agua 23,9 °C; la misma manera a los 24 días se evidencian lo siguiente, aceites y grasas con totora 2,0 mg/L, con jacinto de agua 2,30 mg/L, coliformes fecales con totora 11 000 NMP/100 mL, con jacinto de agua 11 000 NMP/100 mL, demanda biológica de oxígeno con totora 26,0 mg/L, con jacinto de agua 11,0 mg/L, demanda química de oxígeno con totora 214,2 mgO₂/L y con jacinto de agua 156,2 mgO₂/L, para sólidos totales suspendidos con totora 18 mg/L, jacinto de agua 23 mg/L; para pH con totora 7,4 unidades y con jacinto 7,4 unidades; para temperatura con totora 24,6 °C y con jacinto de agua 25,0 °C.

El diseño considerado para simular los humedales artificiales fue apropiado en largo, ancho y alto (40 cm x 30 cm x 25 cm), ya que las dos especies de macrófitas empleadas en la investigación se adaptaron de forma adecuada, lo que permitió que cumplan su función remediadora de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos presentes en las aguas residuales domésticas urbanas de la localidad de Tarapoto.

Se demostró la eficiencia de remoción de contaminantes de las macrófitas *Scirpus californicus* y *Eichhornia crassipes* en aguas residuales, basados en los resultados obtenidos post test, donde para aceites y grasas tubo una eficiencia de 86.82 % para totora y 90.31 % para Jacinto de agua, coliformes fecales 99,98 % con totora y 99.97 con Jacinto de agua, DBO5 con totora 92.97% y con Jacinto de agua 97.02%, DQO con 63.06% para totora y 73.06 para Jacinto de agua, por lo que se concluye la efectividad de las plantas macrófitas en tratar las aguas residuales urbanas, así mismo que post tratamientos estas aguas pueden reutilizarse o pueden ser vertidas a los cuerpos receptores sin constituir un riesgo ambiental y poblacional.

Los parámetros (Aceites y grasas, Coliformes fecales, Demanda Biológica de oxígeno, Demanda Química de oxígeno, Sólidos totales suspendidos, pH y Temperatura) de las aguas residuales urbanas, Tarapoto-2021, fueron remediados con las especies macrófitas de *Scirpus californicus* y *Eichhornia crassipes*, por lo tanto, se acepta la H1: Las plantas macrófitas *Scirpus californicus* y *Eichhornia crassipes*, permitirá la remediación de las aguas residuales urbanas, Tarapoto 2021, y rechazando la H0: Las plantas macrófitas *Scirpus californicus* y *Eichhornia crassipes*, no permitirá la remediación de las aguas residuales urbanas, Tarapoto 2021.

VII. RECOMENDACIONES

A los gobiernos locales, formular y ejecutar proyectos de fitorremediación de las aguas residuales urbanas de sus jurisdicciones geográficas, con totora y Jacinto de agua, para mejorar los niveles de aceites y grasas; coliformes fecales; demanda biológica de oxígeno; demanda química de oxígeno; sólidos totales en suspensión; pH y temperatura, que ahora, así, son vertidas de manera directa a las aguas del río Cumbaza.

A los futuros investigadores realizar estudios profundos a las especies macrófitas de *Scirpus californicus* (totora) y *Eichhornia crassipes* (Jacinto de agua) para realizar diversos tratamientos en aguas residuales ya que se evidenció su eficiencia de remoción, así mismo tener en cuenta que para obtener mejores resultados en la remediación de aguas residuales, al utilizar las especies macrófitas de *Scirpus californicus* (totora) se debe seleccionar plántulas de medio metro de altura y con gran capacidad radicular, sin embargo si utilizaremos *Eichhornia crassipes* (Jacinto de agua) lo más recomendable es utilizar sepas en vía de desarrollo de 15 cm de altura ya que tienen mayor capacidad de adaptabilidad.

A los ingenieros civiles, arquitectos, entre otros, diseñar estanques o humedales artificiales teniendo en cuenta la capacidad volumétrica y el desarrollo de estas plantas macrófitas, ya que se reproducen rápidamente y por consiguiente al haber más población de estas plántulas, mayor es la capacidad de fitorremediación de contaminantes

REFERENCIAS

- ORGANISMO DE EVALUACIÓN Y FISCALIZACIÓN AMBIENTAL. 2016. El OEFA advierte problemática ambiental por déficit de tratamiento de las aguas residuales a nivel nacional. 2016. Disponible en: <https://www.oefa.gob.pe/el-oefa-advierte-problematika-ambiental-por-deficit-de-tratamiento-de-las-aguas-residuales-a-nivel-nacional/ocac07/>
- AKINBILE & mohd s. yusoff assessing water hyacinth (*Eichhornia casones*) and lettuce (*Pistia stratiotes*) effectiveness in aquaculture wastewater treatment Pages 201-211 | Accepted author version posted online: 29 Jun 2011, Published online: 12 Oct 2011Download citation. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/15226514.2011.587482>.
- ARRION, Cristóbal et al. Aprovechamiento potencial del lirio acuático (*Eichhornia crassipes*) en Xochimilco para fitorremediación de metales. *Agrociencia* [online]. 2012, vol.46, n.6 [citado 2021-05-01], pp.609620Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952012000600007&LNG=ES&NRM=ISO>. ISSN 2521-9766.
- ARIAS, arnol; ramirez, alejandra; fernandez, viviana and sanchez, Nazly E..The use of Common Duckweed (*Lemna minor*) in the treatment of wastewater from the washing of sisal fiber (*Furcraea bedinghausii*)Lenteja de agua (*Lemna minor*) para el tratamiento de las aguas residuales que provienen del lavado de la fibra de fique (*Furcraea bedinghausii*). *Ing. compet.* [online]. 2016, vol.18, n.2, pp.25-34. ISSN 0123-3033.
- AYALA, Y., Calderón, e., rascón, j., & collazos, r, 2018. Fitorremediación de aguas residuales domésticas utilizando las especies *Eichhornia crassipes*, *Nymphoides humboldtiana* y *Nasturtium*. *Revista de investigación en agro*

producción sustentable, 2(3), 47–53.
<http://doi.org/10.5281/zenodo.3946755>

BARRERA, Hurtado, Jacqueline. 2012. Metodología de la investigación: guía para una comprensión holística de la ciencia. Caracas : s.n., 2012. Disponible en: <https://dariososafoula.files.wordpress.com/2017/01/hurtado-de-barrera-metodologicc81a-de-la-investigaciocc81n-guicc81a-para-la-comprensiocc81n-holicc81stica-de-la-ciencia.pdf>

BASTIS, Consultores. 2020. Técnicas de recolección de datos para realizar un trabajo de investigación. 2020. Disponible en: <https://online-tesis.com/tecnicas-de-recoleccion-de-datos-para-realizar-un-trabajo-de-investigacion/>

BIOL, j y sao, carlos. 2019. 2019, fisicoquímicos de las aguas residuales porcinas., Revista Brasileña de Biología

CARRENO, Sayago, Uriel fernando. Diseño y evaluación de un biosistema de tratamiento a escala piloto de aguas de curtiembres a través de la *Eichhornia crassipes*. Rev. colomb. biotecnol [online]. 2016, vol.18, n.2, pp.74-81. ISSN 0123-3475. Disponible en: <https://doi.org/10.15446/rev.colomb.biote.v18n2.52271>.

CUADRADO, w., custodio, m., espinoza, c., vicuña, c. y uribe, m, 2019. Capacidad de absorción y remoción de metales pesados de *Scirpus californicus* y su uso potencial en la remediación de ambientes acuáticos contaminados. *Revista Abierta de Ciencias Marinas*, 9, 74-85. Disponible en: 10.4236 / ojms.2019. 92006. Disponible. en: <https://www.scirp.org/journal/paperinformation.aspx?paperid=9090>

CUADRADO campo, w. j., vicuña orihuela, c. e., torres gutiérrez, e. r, 2020. Evaluación de la planta *Scirpus californicus* (Totorá) en la eficiencia de remoción de hierro en un prototipo de humedal construido de flujo

superficial. *Horizonte De La Ciencia*, 11(1), 42-48. Disponible en: <https://doi.org/10.26490/uncp.prospectivauniversitaria.2014.11.6>

ENRÍQUEZ Chávez, i. c. (2019). Comparación de la eficiencia de *Eichhornia crassipes* y *Lemna minor* para mejorar la calidad del agua residual de una planta agroindustrial.

GAVILÁNEZ, F, 2015. Influencia de *Eichhornia crassipes* y microorganismos eficientes sobre contaminantes químicos y orgánicos de las aguas residuales de Naranjito, Ecuador. *Revista de Investigación Científica - Universidad Nacional de Tumbes, Perú*, 151 (2), 10 [consultado en línea 2 de mayo 2021] Disponible en: <https://erp.untumbes.edu.pe/revistas/index.php/manglar/article/view/52>.

GARAVITO, B, Geraldine Isabel, & Ospina-Romero, Laura Vanessa, & Ospina-Mora, Diana Carolina (2020). Evaluación de un sistema a escala laboratorio, de un filtro de macrófitas en flotación como tratamiento de aguas residuales de un autolavado. *Revista Logos, Ciencia & Tecnología*, 12(1) ,10-20.[fecha de Consulta 29 de Junio de 2021]. ISSN: 2145-549Disponible: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=517762281002>

GUEVARA, Granja, María Fernanda, & Ramírez Cando, Lenin Javier (2015). *Eichhornia crassipes*, su invasividad y potencial fitorremediador. La Granja. *Revista de Ciencias de la Vida*, 22(2),5-11.[fecha de Consulta 29 de junio de 2021]. ISSN: 1390-3799. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=476047267001>.

HERNANDEZ, Mendoza, S., & Duana Avila , d. (2020). Técnicas e instrumentos de recolección de datos. *Boletín Científico De Las Ciencias Económico Administrativas Del ICEA*, 9(17), 51-53. <https://doi.org/10.29057/icea.v9i17.6019>

LEÓN, R., Pernía Santos, BM, Sigüencia, R., Franco, S., Noboa, A., y Cornejo, X. (2018). Potencial de las plantas acuáticas para la eliminación de coliformes totales y *Escherichia coli* en aguas residuales. Enfoque UTE, 9 (4), págs. 131 - 144. <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v9n4.286>

MARTELO, jorge, lara borrero, jaimé a. Macrófitas flotantes en el tratamiento de aguas residuales; una revisión del estado del arte. Ingeniería y Ciencia [en línea]. 2012, 8 (15), 221-243 [fecha de Consulta 1 de mayo de 2021]. ISSN: 1794-9165. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=83524069011>

MELO, g., Sánchez, I., y Agudelo, e. 2018. Evaluación de la eficiencia de biodepuración para aguas de pozos profundos en la sabana de Bogotá. *Redes de Ingeniería*, 9(1), 15-25, Disponible en: <https://doi.org/10.14483/2248762X.13906><https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/REDES/article/view/13906/14682>

MENDOZA, lissette y fuentes, natalia, 2016. Efectos de *Eisenia foetida* y *Eichhornia crassipes* en la remoción de materia orgánica, nutrientes y coliformes en efluentes domésticos. rev. udca actual. divulg. cient. [en línea]. Enero-Julio 2016, vol.19, n.º 1. [Fecha de consulta: 01 de mayo 2021 Disponible, en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-42262016000100022&lng=en&nrm=iso ISSN 0123-4226.

NESTERENKO-malkovskaya, a., kirzhner, f., zimmels, y. y armon, r, 2012. Capacidad de *Eichhornia crassipes* para eliminar naftaleno de aguas residuales en ausencia de bacterias. *Chemosphere*, 87 (10), 1186-1191. 10.1016 / j. chemosphere.2012.01.060 Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S004565351200166X>.

NIÑO Iván Darío, b. aponte monica carolina, c. rodríguez luz ángela, perico-granados néstor rafael, 2018. Fitorremediación en aguas residuales sin tratamiento previo. Caso: Tierra Negra, Boyacá. Revista de Tecnología Journal of Technology Volumen 17 Número 1 Págs. 37-48.

OTZEN, T y Manterola, Carlos. Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. Int. J. Morphol. [online]. 2017, vol.35, n.1 [citado 2021-06-29], pp.227-232. Disponible en: <http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95022017000100037&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0717-9502. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>.

RAMOS-espínosa, María Guadalupe; Rodríguez-Sánchez, Luis Manuel y Martínez-Cruz, Patricia. Uso de macrofitas acuáticas en el tratamiento de aguas para el cultivo de maíz y sorgo. Hidrobiológica [online]. 2007, vol.17, suppl.1, pp.7-15. ISSN 0188-8897.

RODRÍGUEZ Suly, Flores Ronny, Rodríguez Montserrat, Darwin R., 2017. *Quantification of the Bioconcentration Factors in Schoenoplectus californicus Located in Lake San Pablo, Imbabura-Ecuador* Revista Ciencia [En línea]. Vol. 20, 2, 161-176 Junio (2018). [Fecha de Consulta 01 de mayo 2021] Disponible en: <https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/ciencia>.

RICARDEZ, G., López Ocaña, G., Bautista Margulis, R. G., & Torres Balcázar, C. A. (2016). Laguna de las ilusiones y su entorno urbano: aguas residuales, urbanas y sedimentos. Kuxulkab', 22(43). Disponible: <https://doi.org/10.19136/kuxulkab.a22n43.146>

ROJAS, Eli, Farje, Jefferson Reyes Huatangari, Lenin Quiñones. Pino, Manuel, Rojas, Eli Morales, 2019 Efecto del jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*)

en la depuración del agua residual del colector Santa Lucía-Chachapoyas (2019). v. 15, n. 4, pp. 19 – 25, ISSN: 2306-2002.

SOLÍS, silvan, rudy, lópez ocaña, gaspar, bautista margulis, raúl germán, hernández barajas, josé roberto, romellón cerino, mario josé, 2016. Evaluación de humedales artificiales de flujo libre y subsuperficial en la remoción de contaminantes de aguas residuales usando diferentes especies de vegetación macrófita. *Interciencia* [en línea]. 41 (1), 40-47 [fecha de Consulta 1 de mayo de 2021]. ISSN: 0378-1844 Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33943362007>.

SURENDRA roy,2012, Treatment of Water Using Water Hyacinth, Water Lettuce and Vetiver Grass - A Review Piyush Gupta1, Amit B. Mahindrakar *Resources and Environment* 2012, 2(5): 202-215 Disponible en: DOI: 10.5923/j.re.20120205.04.

TORRES-Lozada, p., rodríguez-victoria, j. a., Suárez-marmolejo, c. l., duque-Burbano, y., & Enríquez-castillo, l. (2016). Análisis del funcionamiento de la configuración del reactor anaerobio de flujo ascendente–filtro percolador para el tratamiento a escala real de aguas residuales domésticas. *Afinidad*, 73(576)

VELÁSQUEZ, Arias, j. a. 2017. Contaminación de suelos y aguas por hidrocarburos en Colombia. Análisis de la fitorremediación como estrategia biotecnológica de recuperación. *Revista De Investigación Agraria Y Ambiental*, 8(1), 151 - 167.

VIZCAÍNO, Mendoza l.; fuentes molina, n. 2016. Efectos de *Eisenia foetida* y *Eichhornia crassipes* en la remoción de materia orgánica, nutrientes y coliformes en efluentes domésticos. *Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient.* 19(1): 189-198.

VELÁSQUEZ, arias, j. a. (2017). Contaminación de suelos y aguas por hidrocarburos en Colombia. Análisis de la fitorremediación como estrategia biotecnológica de recuperación. Revista De Investigación Agraria Y Ambiental, 8(1), 151 – 16

GARAVITO-Bermúdez, Geraldine Isabel, y Ospina-Romero, Laura Vanessa, y Ospina-Mora, Diana Carolina (2020). Evaluación de un sistema a escala laboratorio, de un filtro de macrófitas en flotación como tratamiento de aguas residuales de un autolavado. Revista Logos, Ciencia & Tecnología, 12 (1), 10-20. [Fecha de Consulta 26 de Noviembre de 2021]. ISSN: 2145-549X. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=517762281002>

CUBAS Zamora, J. A., & Mireles Adrianzén, G. A. (2020). eficiencia del humedal artificial con totora (*scirpus californicus*) en la depuración de efluentes de las lagunas de estabilización del c.p. la otra banda. Disponible en : <http://repositorio.udl.edu.pe/handle/UDL/306>

RAMIREZ y Paredes, (2018). Evaluación de dos especies macrófitas Pistia Stratiotes y Eichhornia crassipes en la remoción de contaminantes microbiológicos y químicos a través de un sistema de biofiltro. Tarapoto : Universidad Cesar Vallejo, 2018. Disponible en : <https://hdl.handle.net/20.500.12692/39476>

RIVAS (2016), Remoción de aceites y grasas residuales domésticas usando lodos activados de planta de tratamiento de agua residual en el Aeropuerto Internacional Jorge Chávez en Lima-Perú. Lima : Universidad Nacional de Ingeniería, 2016. Disponible en: <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/5373>

ANEXOS

Cuadro 01: Variable y operacionalización

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Unidades de medida
variable independiente Plantas macrófitas <i>Scirpus californicus</i> y <i>Eichornia crassipes</i>	Las plantas macrófitas transportan oxígeno atmosférico a la rizosfera creando un ambiente aireado para los microorganismos que contribuyen a la disminución de la demanda biológica de oxígeno, demanda química de oxígenos y sólidos suspendido, así como en la remoción de sustancias orgánicas como nutrientes (Ricardez y Torres, 2016)	Se realizará un monitoreo periódico de los parámetros de campo, también se aplicará un análisis en los tratamientos según un diseño de bloques completamente al azar; por último, se realizará una comparación de ambas especies.	Eficiencia de remoción	% de remediación	%	Intervalo
			TRH	14 24	Días	
Variable dependiente Remediación de las aguas residuales	Las aguas residuales son aquellas que proceden del empleo de un agua natural o de la red en uso determinado. Son tratamientos donde se hace uso de microorganismos, plantas, etc., para la eliminación o disminución de contaminantes que se encuentran en el agua. (Ricardez y Torres, 2016)	“El tratamiento o remoción se hará con plantas macrófitas., las cuales tienen la capacidad de remover contaminantes y nutrientes que se encuentran presentes en dichas aguas por su gran absorción radicular que poseen”. (Gavanito y Ospina, 2020)	Parámetros fisicoquímicos	- Cantidad de DQO, - DBO ₅ , - SST, - Aceites y grasas - pH - Temperatura	mgO ₂ /L mg/L mL/L mg/L	Intervalo mg/L pH C
			Parámetros microbiológicos	- Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	

Fuente: Remediación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en aguas residuales urbanas, utilizando dos plantas macrófitas *Scirpus californicus*, *Eichhornia crassipes*, Tarapoto, 2021.

Cuadro 3: Matriz de consistencia

Título: Remediación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en aguas residuales urbanas, utilizando dos plantas macrófitas *Scirpus californicus*, *Eichhornia crassipes*, Tarapoto, 2021.

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Técnica e Instrumentos
<p>Problema general: ¿Cuál la eficiencia de remoción de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas residuales urbanas, utilizando dos plantas macrófitas <i>Scirpus californicus</i> y <i>Eichhornia crassipes</i>, Tarapoto 2021?</p> <p>Problemas específicos: ¿Cuáles son las características fisicoquímicas y microbiológicas pre test de las aguas residuales urbanas, Tarapoto, 2021? ¿Cuáles son las características fisicoquímicas y microbiológicas después de aplicar el tratamiento de aguas residuales urbanas, Tarapoto, 2021?</p>	<p>Objetivo general: Evaluar la eficiencia de remoción de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en aguas residuales urbanas, utilizando dos plantas macrófitas <i>Scirpus californicus</i> y <i>Eichhornia crassipes</i>, Tarapoto 2021</p> <p>Objetivos específicos: Identificar las características fisicoquímicas y microbiológicas pre test de las aguas residuales urbanas, Tarapoto 2021. Evaluar las características fisicoquímicas y microbiológicas después de aplicar el tratamiento de aguas residuales urbanas, Tarapoto 2021.</p>	<p>H1: Las plantas macrófitas <i>Scirpus californicus</i> y <i>Eichhornia crassipes</i>, permitirá la remediación de las aguas residuales urbanas, Tarapoto 2021.</p> <p>H0: Las plantas macrófitas <i>Scirpus californicus</i> y <i>Eichhornia crassipes</i>, no permitirá la remediación de las aguas residuales urbanas, Tarapoto 2021.</p>	<p>Técnica -Observación -Análisis documental -Toma de muestra -Análisis a nivel de laboratorio</p> <p>Instrumento -Ficha de registro de campo -Cadena de custodia</p>

¿Cuál es el diseño de la estructura de los estanques para la remediación de aguas residuales urbanas, con plantas macrófitas <i>Scirpus californicus</i> y <i>Eichhornia crassipes</i> , Tarapoto, 2021?	Diseñar la estructura de estanques para la remediación de aguas residuales urbanas, con plantas macrófitas <i>Scirpus californicus</i> y <i>Eichhornia crassipes</i> Tarapoto 2021.							
Diseño de investigación	Población y muestra	Variables y dimensiones						
Diseño: Experimental, Tipo Aplicada	Población -40 plantas macrófitas -80 litros de agua residual Muestra -40 plantas, 20 de cada especie -80 litros de agua residual	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="1194 537 1373 581">Variables</th> <th data-bbox="1373 537 1892 581">Dimensiones</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="1194 581 1373 997"> Independiente: Plantas macrófitas <i>Scirpus californicus</i> y <i>Eichhornia crassipes</i> </td> <td data-bbox="1373 581 1892 997"> Eficiencia de remoción TRH </td> </tr> <tr> <td data-bbox="1194 997 1373 1182"> Dependiente: Remediación de las aguas residuales </td> <td data-bbox="1373 997 1892 1182"> Parámetros fisicoquímicos Parámetros microbiológicos </td> </tr> </tbody> </table>	Variables	Dimensiones	Independiente: Plantas macrófitas <i>Scirpus californicus</i> y <i>Eichhornia crassipes</i>	Eficiencia de remoción TRH	Dependiente: Remediación de las aguas residuales	Parámetros fisicoquímicos Parámetros microbiológicos
Variables	Dimensiones							
Independiente: Plantas macrófitas <i>Scirpus californicus</i> y <i>Eichhornia crassipes</i>	Eficiencia de remoción TRH							
Dependiente: Remediación de las aguas residuales	Parámetros fisicoquímicos Parámetros microbiológicos							

Fuente: Remediación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en aguas residuales urbanas, utilizando dos plantas macrófitas *Scirpus californicus*, *Eichhornia crassipes*, Tarapoto, 2021.

Instrumentos de recolección de datos

Ficha de registro de campo

REGISTRO DE CAMPO

Proyecto: Remediación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en aguas residuales urbanas, utilizando dos plantas macrófitas

Scirpus californicus, *Eichhornia crassipes*, Tarapoto, 2021.

Responsables: Vela del Castillo, Iris Suiza y Sinarahua Sanancima, Katerin

Firma de los responsables del monitoreo:



Vela del Castillo, Iris Suiza



Sinarahua Sanancima, Katerin

Días de monitoreo	Distrito	Departamento	Coordenadas		Descripción Tratamiento	Grupo Experimentales	Fecha	Hora/ Am	pH	T	Observaciones
			Este/Oeste	Norte/Sur						°C	
Lunes	Tarapoto	San Martín	347141.8	9281607.5	Agua residual	T0: TESTIGO-AR-46722	18/10/2021	06:30	7.2	35°C	Es agua vertida al efluente sin tratamiento alguno.
			3348229	9282762	Scirpus californicus	T1:TOTORA-AR-46723		06:30	7.6	24.2°C	Volumen de agua disminuye y mantiene el olor fétido
			348237	9282768	Eichhornia crassipes	T2:JACINTO-AR-46724		06:33	7.6	23.9°C	2 hojas secas disminuye la cantidad de agua y disminuye el olor
Jueves	Tarapoto	San Martín	3348229	9282762	Scirpus californicus	T3:TOTORA-AR-49125	28/10/2021	06:30	7.6	24.6°C	Volumen de agua disminuye y mantiene el olor fétido
			348237	9282768	Eichhornia crassipes	T4: JACINTO-AR-49126		06:33	7.6	25 °C	3 hojas secas

Validado por: Dr. Lozano Chung, Andi, Dr. Ruiz Aguilar Juan Luis y la Bga. Colichon Carranza, Luz Margarita



Dr. Andi Lozano Chung
INICIALES AMBIENTALES
C.B.P. 100414



Juan Luis Ruiz Aguilar
SECRETARÍA DE SALUD PÚBLICA Y SEGURIDAD



Luz Margarita Colichon Carranza
SECRETARÍA DE SALUD PÚBLICA Y SEGURIDAD
C.B.P. 10385

Cadena de custodia-segundo envío, Tratamientos (T3-Totora, T4-Jacinto de agua).

ALAB		CADENA DE CUSTODIA - MATRIZ AGUA										1. ASESOR 2. JEFE 3. TECNICO									
Datos del cliente: Nombre Socio: Lozano Consultores S.A.C Persona de contacto: Katerin Sinarhuo Correo: 99356059 Nombre del proyecto: Remediación de Parámetros Fisicoquímicos y Microbiológicos Dirección de servicio: 05-2021-4138 No. CI. de RI: Pape de Matrícula: Informe de estado: 1E-21-13942 / 1E-21-13880 Procedencia o lugar de muestra: Sr. Mateo Romochi 140 - Tarma												An Aguas Residuales Urbanas, utilizando dos plantas microbianas <i>Scopis californicus</i> , <i>exdhanii</i> <i>creasporis</i> , Tarma, 2021.									
Punto de muestreo / Estación	Código de laboratorio	Muestra	Descripción		Utilización	N° Frasco	ANÁLISIS DE AGUA					T. Agua	pH	O2	O2 Sat	O2 Def	O2 Def %	O2 Def (mg/l)	O2 Def (mg/l)	OBSERVACIONES	
			Grupo	Sub-grupo			Comentarios (OT)	V	A	B	C										D
T3-Totora A1	49/125	28-10-21 08:00am	AR	ARRO Residual Urbano	ARRO Residual Urbano	01 04	✓	✓	✓	✓	✓										Sr. Mateo Romochi 140 - Tarma
T4-Jacinto de agua	49/126	28-10-21 08:00am	AR	ARRO Residual Urbano	ARRO Residual Urbano	01 09	✓	✓	✓	✓	✓										Sr. Mateo Romochi 140 - Tarma

Descripción de aguas utilizadas			Legenda						Certificado de la Red Agua, No. 877 21/AG					
Nº	Código interno de agua	Nombre de agua	T. Fecha	N. Hora	V. Hora	T. Hora	T. Hora	T. Hora	O2	O2 Sat	O2 Def	O2 Def %	O2 Def (mg/l)	O2 Def (mg/l)
1														
2														
3														
4														

Resumen de Muestra		Clase	
Nombre:	Katerin Sinarhuo S.		
Fecha:	28-10-21		
Tiempo:	Kat		

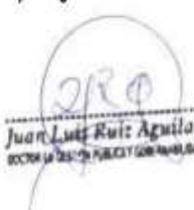


INFORMES

Validado por: Dr. Lozano Chung Andí, Dr. Ruiz Aguilar Juan Luis y la Blga. Colichon Carranza Luz Margarita



Dr. Lozano Chung Andí



Juan Luis Ruiz Aguilar



Luz Margarita Colichon Carranza

Validación de Instrumentos

Validación de especialista N° 1- Ficha de registro de campo


UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Dr. Lozano Chung, Andi

Institución donde labora : Universidad Nacional de San Martín Tarapoto

Especialidad : Docente Temático

Instrumento de evaluación : Ficha de campo

Autor (s) del instrumento (s) : Sinarahua Sanancima, Katerin
Vela Del Castillo, Iris Suiza

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					x
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.				x	
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: Remediación de aguas residuales.				x	
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.				x	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					x
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio: Remediación de aguas residuales.					x
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					x
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Remediación de aguas residuales.					x
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					x
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.				x	
PUNTAJE TOTAL						46

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El instrumento es aplicable _____

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 4.6



Tarapoto 18 de Octubre del 2021



Validación de especialista N° 2- Ficha de registro de campo

INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Dr. Ruiz Aguilar Juan Luis
 Institución donde labora : Universidad César Vallejo
 Especialidad : Docente metodólogo
 Instrumento de evaluación : Ficha de campo
 Autor (s) del instrumento (s) : Sinarahua Sanancima, Katerin
 Vela Del Castillo, Iris Suiza

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					x
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.				x	
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: Remediación de aguas residuales.				x	
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.				x	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					x
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio. Remediación de aguas residuales.					x
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					x
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Remediación de aguas residuales.					x
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					x
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.				x	
PUNTAJE TOTAL						46

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El instrumento es aplicable

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

4.6

Tarapoto 18 de Octubre del 2021



Juan Luis Ruiz Aguilar
 DOCTOR EN CIENCIAS PÚBLICAS Y GOBIERNO LOCAL

Validación de especialista N° 3 – Ficha de registro de campo



INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Blga. Colichon Carranza, Luz Margarita
 Institución donde labora : Red de Salud del Dorado
 Especialidad : Bióloga
 Instrumento de evaluación : Ficha de campo
 Autor (s) del instrumento (s) : Sinarahua Sanancima, Katerin
 Vela Del Castillo, Iris Suiza

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.				x	
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones, en indicadores conceptuales y operacionales.					x
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: Remediación de aguas residuales.					x
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.				x	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.				x	
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio: Remediación de aguas residuales.					x
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					x
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Remediación de aguas residuales.					x
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					x
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					x
PUNTAJE TOTAL						47

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El instrumento es válido:

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

4,7

Tarapoto 18 de Octubre del 2021



Validación de especialista N° 1 – Cadena de custodia

INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Dr. Lozano Chung Andi
 Institución donde labora : Universidad Nacional de San Martín Tarapoto
 Especialidad : Docente Temático
 Instrumento de evaluación : Cadena de custodia
 Autor (s) del instrumento (s) : Sinarahua Sanancima, Katerin
 Veia Del Castillo, Iris Suiza

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					x
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					x
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: Plantas macrófitas <i>Scirpus californicus</i> y <i>Eichhornia crassipes</i>					x
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					x
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.				x	
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					x
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.				x	
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Plantas macrófitas <i>Scirpus californicus</i> y <i>Eichhornia crassipes</i>					x
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					x
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.				x	
PUNTAJE TOTAL						47

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El instrumento es válido

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

4.7

Tarapoto 18 de Octubre del 2021



Dr. A. LOZANO CHUNG
 INGENIERO EN SISTEMAS
 C.V. 100514

Validación de especialista N° 2 – Cadena de custodia



INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Dr. Ruiz Aguilar Juan Luis
 Institución donde labora : Universidad César Vallejo
 Especialidad : Docente metodólogo
 Instrumento de evaluación : Cadena de custodia
 Autor (s) del instrumento (s) : Sinarahua Sanancima, Katerin
 Vela Del Castillo, Iris Suiza

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					x
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					x
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: Plantas macrófitas <i>Scirpus californicus</i> y <i>Eichhornia crassipes</i>					x
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.				x	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.				x	
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					x
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					x
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Plantas macrófitas <i>Scirpus californicus</i> y <i>Eichhornia crassipes</i>					x
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					x
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					x
PUNTAJE TOTAL						48

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El instrumento es válido

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 4.8

Tarapoto 18 de Octubre del 2021

Validación de especialista N° 3 – Cadena de custodia



INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Blga. Colichon Carranza, Luz Margarita
 Institución donde labora : Red de Salud del Dorado
 Especialidad : Bióloga
 Instrumento de evaluación : Cadena de Custodia
 Autor (s) del instrumento (s) : Sinarahua Sanancima, Katerin
 Vela Del Castillo, Iris Suiza

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.				x	
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					x
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: Plantas macrófitas Scirpus californicus y Eichhornia crassipes					x
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					x
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.				x	
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					x
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					x
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable Plantas macrófitas Scirpus californicus y Eichhornia crassipes					x
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.			x		
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					x
PUNTAJE TOTAL					46	

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

VII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El instrumento es aplicable

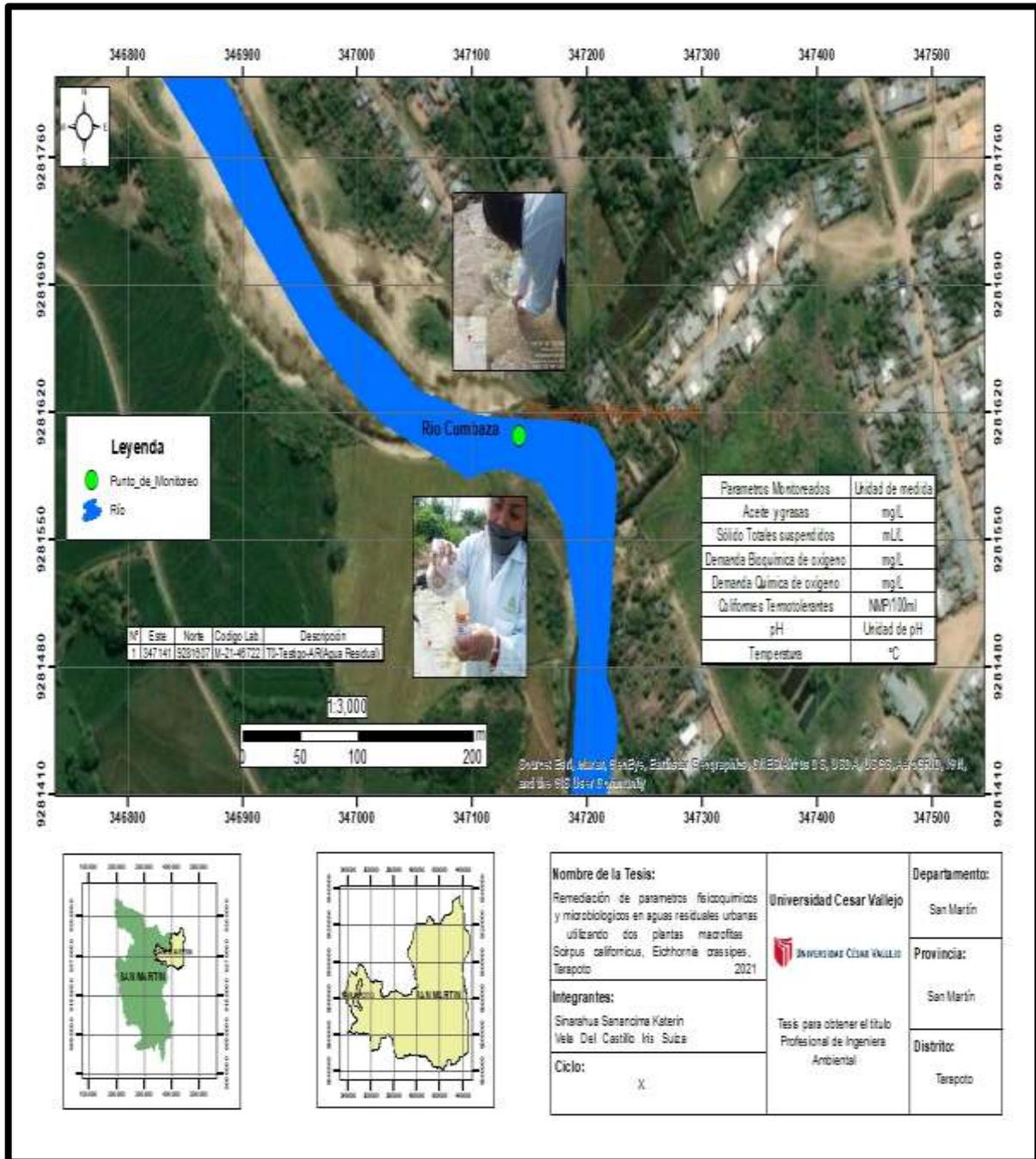
PROMEDIO DE VALORACIÓN: 4.6

Tarapoto 18 de octubre del 2021



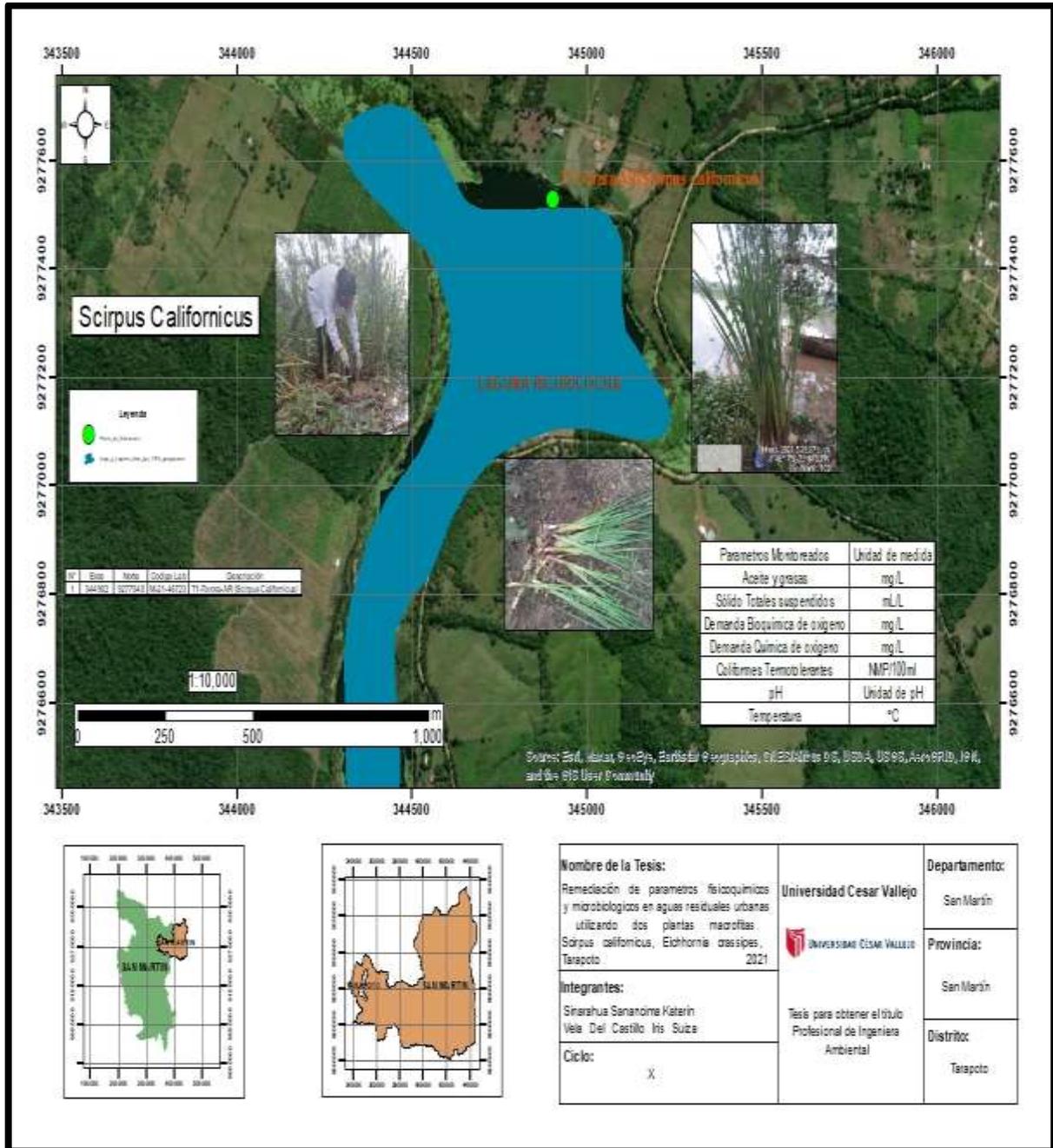
Mapas de ubicación

Mapa de ubicación de TO- Colector-Alfonso Ugarte-parte baja-Tarapoto



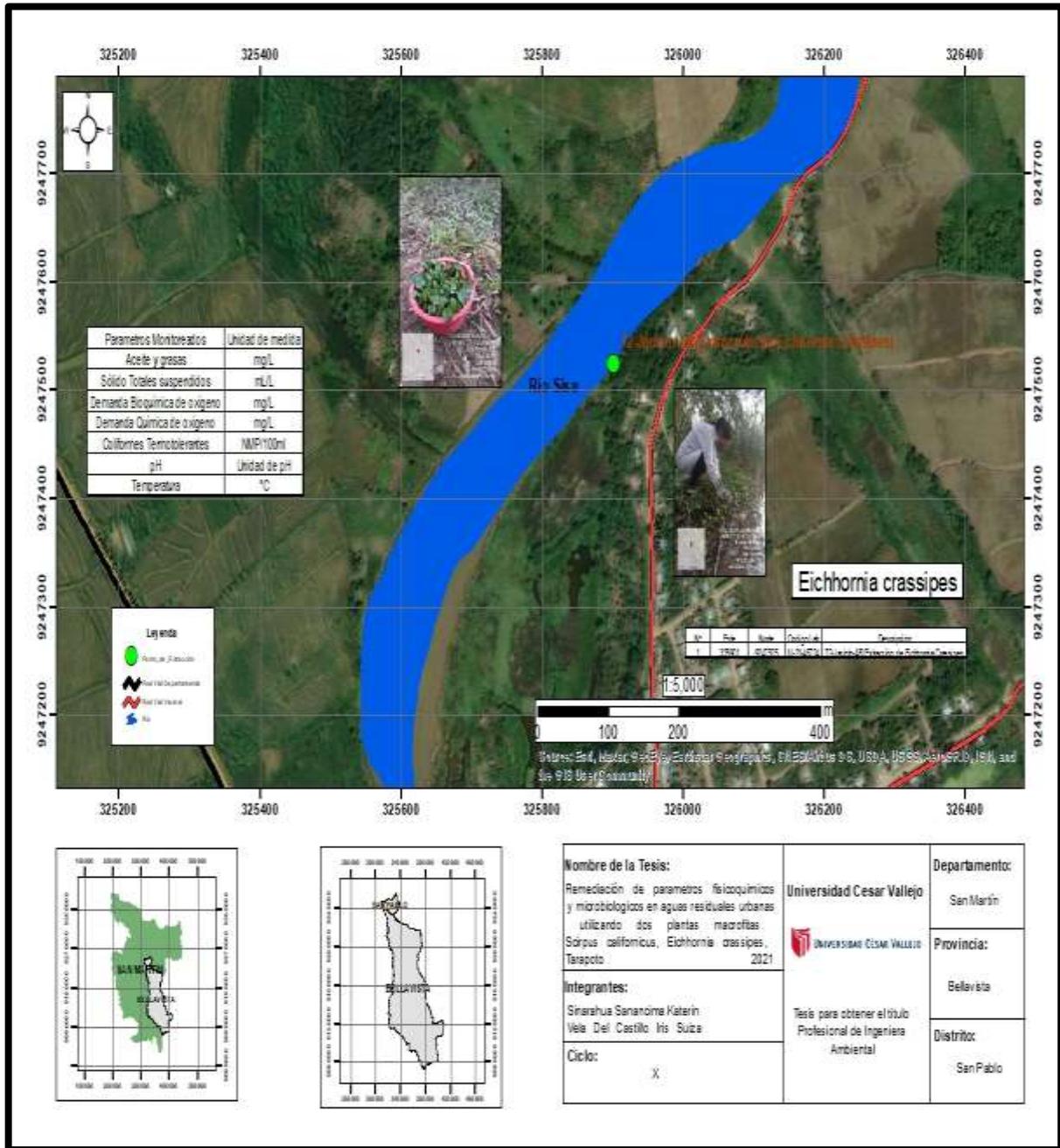
Fuente: Remediación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en aguas residuales urbanas, utilizando dos plantas macrófitas *Scirpus californicus*, *Eichhornia crassipes*, Tarapoto, 2021.

Mapa de ubicación de la recolección de la planta macrófita- *Scirpus californicus*-Laguna RICURICOCHA-Tarapoto



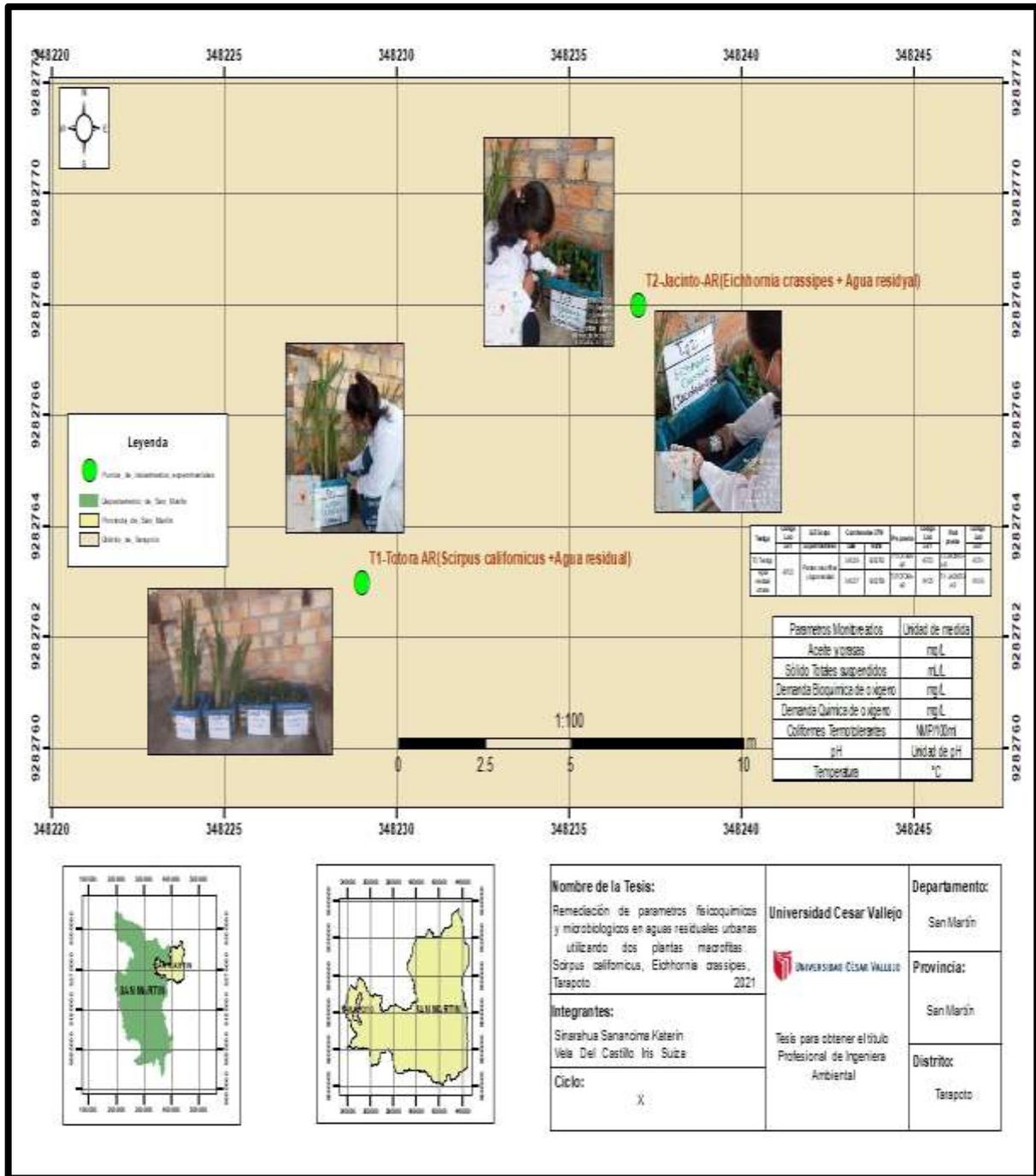
Fuente: Remediación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en aguas residuales urbanas, utilizando dos plantas macrófitas *Scirpus californicus*, *Eichhornia crassipes*, Tarapoto, 2021.

Mapa de ubicación de la recolección de la planta macrófita *Eichhornia crassipes*



Fuente: Remediación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en aguas residuales urbanas, utilizando dos plantas macrófitas *Scirpus californicus*, *Eichhornia crassipes*, Tarapoto, 2021.

Mapa de ubicación de los tratamientos-colector-9 de abril-Tarapoto



Fuente: Remedación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en aguas residuales urbanas, utilizando dos plantas macrofitas *Scirpus californicus*, *Eichhornia crassipes*, Tarapoto, 2021.

Informe de resultados emitidos por el laboratorio acreditado-ALAB SAC

✓ Primer envío de las muestras T0-T1-T2

		LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACION INACAL-DA CON REGISTRO N° LE - 096	
			Registro N° LE - 096

INFORME DE ENSAYO N°: IE-21-13341

I. DATOS DEL SERVICIO

1-RAZON SOCIAL	: LOZANO CONSULTORES S.A.C.
2-DIRECCIÓN	: Jr. Ramon Castilla Nro. 704, Tarapoto, San Martín
3-PROYECTO	: REMEDIACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS EN AGUAS RESIDUALES URBANAS, UTILIZANDO DOS PLANTAS MACRÓFITAS SCIRPUS CALIFORNICUS, EICHHORNIA CRASSIPES, TARAPOTO, 2021
4-PROCEDENCIA	: COLECTOR AR / ALFONSO UGARTE - TARAPOTO
5-SOLICITANTE	: SOMALAB SOCIEDAD ANONIMA CERRADA
6-ORDEN DE SERVICIO N°	: 0000064838-2021-0000
7-PROCEDIMIENTO DE MUESTREO	: NO APLICA
8-MUESTREADO POR	: EL CLIENTE
9-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	: 2021-10-27

II. DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO

1-PRODUCTO	: Agua
2-NÚMERO DE MUESTRAS	: 3
3-FECHA DE RECEP. DE MUESTRA	: 2021-10-18
4-PERÍODO DE ENSAYO	: 2021-10-18 al 2021-10-27

 Gaby Moreno Muñoz Jefe de Laboratorio CIP N° 191207	 Marco Valencia Huerta Ingeniero Químico CIP N° 152207
---	--

Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados.
No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R.L.
Los resultados de los ensayos, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Prolongación Zorumbilla Mz 2D lote 3 Bellavista - Cañao
Telf. +51 7130636 / 453 1389 / 940 598 588
Email. ventas@alab.com.pe
www.alab.com.pe

Página 1 de 3

INFORME DE ENSAYO N°: IE-21-13341**III. MÉTODOS Y REFERENCIAS**

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO
Aceites y Grasas ⁽¹⁾	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 23 rd Ed 2017.:	Oil and Grease. Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method
Coliformes Fecales (Termotolerantes) (NMP) 2	SMEWW 9221 F.2, 23 rd Ed. 2017	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.
Demanda Bioquímica de Oxígeno ⁽¹⁾	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23 rd Ed. 2017.:	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test
Demanda Química de Oxígeno ⁽¹⁾	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23 rd Ed. 2017.:	Chemical Oxygen Demand, Gased Reflux, Colorimetric Method
Sólidos Suspensos Totales ⁽¹⁾	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23 rd Ed. 2017.:	Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105°C

⁽¹⁾SMEWW[®] - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

⁽²⁾ Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

⁽³⁾ Ensayo acreditado por el IAS

INFORME DE ENSAYO N°: IE-21-13341

IV. RESULTADOS

ITEM	1	2	3			
CÓDIGO DE LABORATORIO:	M-21-46722	M-21-46723	M-21-46724			
CÓDIGO DEL CLIENTE:	T0-TESTIGO-AR	T1-TOTORA-AR	T2-JACINTO-AR			
COORDENADAS	E-0347141	E-0348229	E-0348237			
UTM WGS 84	N-9281607	N-9282762	N-9282768			
PRODUCTO:	Agua Residual	Agua Residual	Agua Residual			
SUB PRODUCTO:	Residual Municipal	Residual Municipal	Residual Municipal			
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA					
FECHA y HORA DE MUESTREO:	18-10-2021 06:00	18-10-2021 06:00	18-10-2021 06:00			
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS		
Aceites y Grasas (*)	mg/L	0,48	1,20	25,80	3,40	2,50
Coliformes Fecales (Termotolerantes) (NMP) †	NMP/100mL	NA	1,8	33 000 000,0	7 900,0	330 000,0
Demanda Bioquímica de Oxígeno (*)	mg BOD5/L	0,4	2,0	369,6	22,5	21,0
Demanda Química de Oxígeno (*)	(mg O2/L)	2,0	5,0	579,9	111,6	195,2
Sólidos Suspendedos Totales (*)	mg Total Suspended Solids/L	2	5	318	14	22

†) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

‡) Ensayo acreditado por el IAS

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<*" = Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, "<*" = Menor que el L.D.M.

*): No ensayado

NA: No Aplica

V. OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

"FIN DE DOCUMENTO"

Segundo envío de resultados T3-T4



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE
ACREDITACION INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE - 096



Registro N° LE - 096

INFORME DE ENSAYO N°: IE-21-13942

I. DATOS DEL SERVICIO

1.-RAZON SOCIAL	: LOZANO CONSULTORES S.A.C.
2.-DIRECCIÓN	: Jr. Ramon Castilla Nro. 704, Tarapoto, San Martin
3.-PROYECTO	: REMEDIACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS EN AGUAS RESIDUALES URBANAS, UTILIZANDO DOS PLANTAS MACRÓFITAS SCIRPUS CALIFORNICUS, EICHHORNIA CRASSIPES, TARAPOTO, 2021
4.-PROCEDENCIA	: JR. MATEO PUMACAHUA 140 - TARAPOTO
5.-SOLICITANTE	: SOMALAB SOCIEDAD ANONIMA CERRADA
6.-ORDEN DE SERVICIO N°	: 0000004838-2021-0000
7.-PROCEDIMIENTO DE MUESTREO	: NO APLICA
8.-MUESTREADO POR	: EL CLIENTE
9.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	: 2021-11-08

II. DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO

1.-PRODUCTO	: Agua
2.-NÚMERO DE MUESTRAS	: 2
3.-FECHA DE RECEP. DE MUESTRA	: 2021-10-28
4.-PERÍODO DE ENSAYO	: 2021-10-28 al 2021-11-08


Gabry Moreno Muñoz
Jefe de Laboratorio
CIP N° 191207


Marco Valencia Huerta
Ingeniero Químico
CIP N° 152207

Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados.
No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R.L.
Los resultados de los ensayos, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

INFORME DE ENSAYO N°: IE-21-13942**III. MÉTODOS Y REFERENCIAS**

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO
Aceites y Grasas ⁽¹⁾	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 23 rd Ed 2017.	Oil and Grease. Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method
Coliformes Fecales (Termotolerantes) (NMP) 2	SMEWW 9221 F.2, 23 rd Ed. 2017	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.
Demanda Bioquímica de Oxígeno ⁽¹⁾	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23 rd Ed. 2017.	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test
Demanda Química de Oxígeno ⁽¹⁾	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23 rd Ed. 2017.	Chemical Oxygen Demand, Gased Reflux, Colorimetric Method
Sólidos Suspensos Totales ⁽¹⁾	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23 rd Ed. 2017.	Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105°C

⁽¹⁾SMEWW[®] - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

⁽¹⁾ Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

⁽²⁾ Ensayo acreditado por el IAS

INFORME DE ENSAYO N°: IE-21-13942

IV. RESULTADOS

ITEM	1		2		
CÓDIGO DE LABORATORIO:	M-21-49125		M-21-49126		
CÓDIGO DEL CLIENTE:	T3-TOTORA AR		T4-LACINTO AR		
COORDENADAS:	E 0348236		E 0348232		
UTM WGS 84:	N.9282770		N.9282767		
PRODUCTO:	Agua Residual		Agua Residual		
SUB PRODUCTO:	Residual Municipal		Residual Municipal		
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA				
FECHA y HORA DE MUESTREO:	28-10-2021 08:00		28-10-2021 08:00		
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS	
Aceites y Grasas (*)	mg/L	0,48	1,20	2,00	2,30
Cófitormes Fecales (Termotolerantes) (HMF) †	NMP/100mL	NA	1,8	11 000,0	11 000,0
Demanda Bioquímica de Oxígeno (*)	mg BOD5/L	0,4	2,0	26,0	11,0
Demanda Química de Oxígeno (*)	(mg O2/L)	2,0	5,0	214,2	156,2
Sólidos Suspendidos Totales (*)	mg Total Suspend Solids/L	2	5	18	23

† Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

‡ Ensayo acreditado por el IAS

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, *<=" Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, *<=" Menor que el L.D.M.

*-: No ensayado

NA: No Aplica

V. OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

"FIN DE DOCUMENTO"

Panel fotográfico



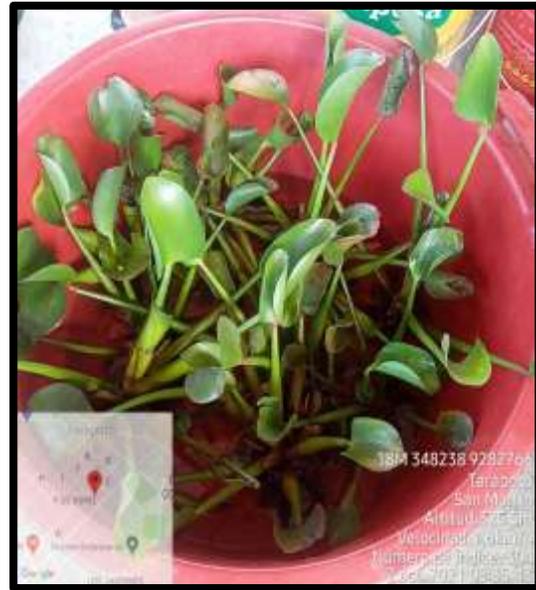
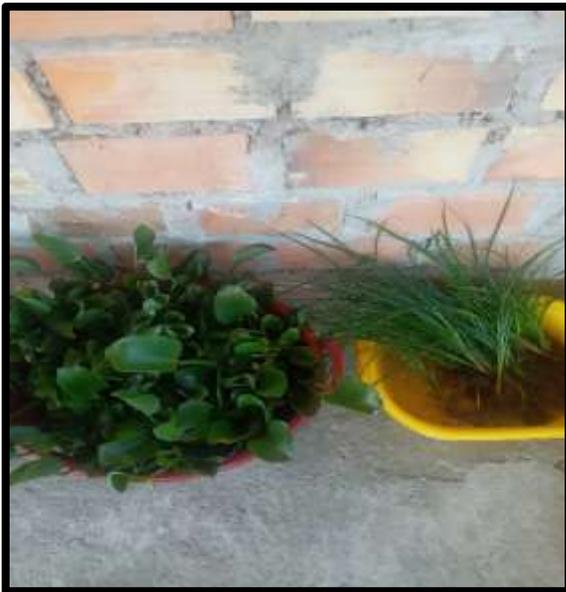
Elaboración de los estanques de madera con plásticos polietileno *con medidas de 40 cm de largo, 30 cm de ancho y 25 cm de altura.*



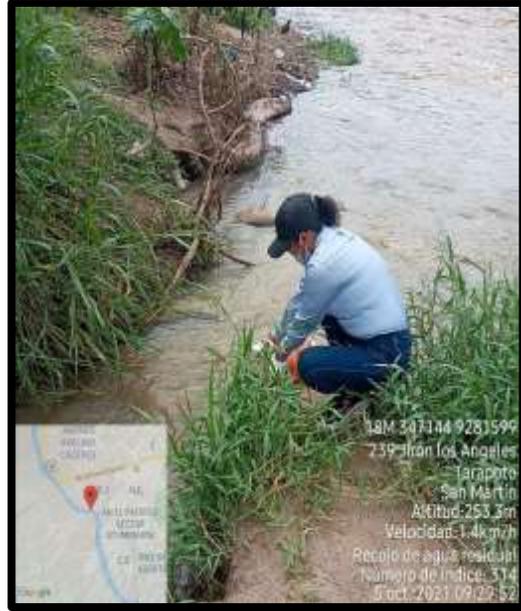
Recolección de las especies macrófitas de la laguna RICURICOCHA-Tarapoto y del distrito de San Pablo-Sisa-El dorado.



Limpieza de impurezas de las plantas macrófitas para previa aclimatización.



Se realizó la climatización de las plantas macrófitas durante un periodo de 5 días para previo tratamiento de las aguas residuales urbanas.



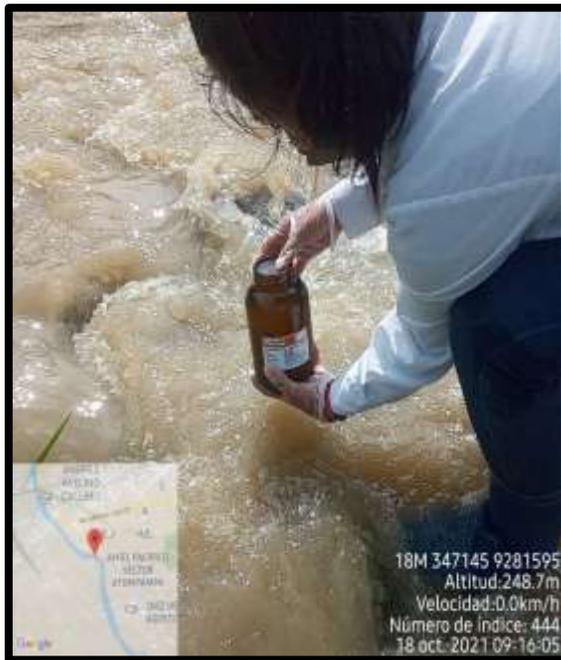
Se realizó la recolección de los 80 Lt de agua residual del colector Alfonso Ugarte parte baja para previo tratamiento.



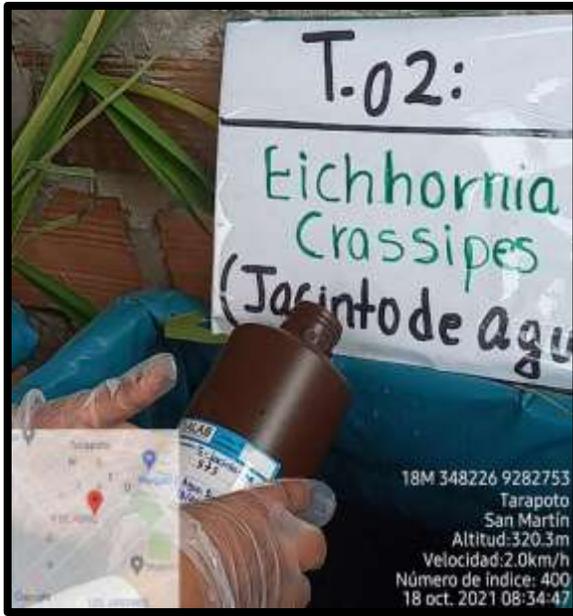
Se realizó el vaciado del agua residual en los estanques, así mismo se realizó la siembra de las especies macrófitas para previa remediación.



Se acondicionó los estanques después de haber realizado la siembra de las especies macrófitas.



Así mismo se realizó la toma de muestras iniciales de los 7 parámetros a evaluar- T0-Sector Alfonso Ugarte-parte baja-Tarapoto, luego enviarlos al laboratorio.



A los 14 días después de realizar el sembrado de las especies en el agua residual



Se realizó la toma de muestras de los tratamientos (T1-Totora y T2-Jacinto de agua), en el lugar de tratamiento- colectivo 9 de abril, Tarapoto, para realizar previo envío al laboratorio.



Del mismo modo a los 24 días se realizó la recolección de muestras de los tratamientos (T3-Totora y T4-Jacinto de agua).