

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA AMBIENTAL



TESIS

“Efecto del humedal artificial de flujo subsuperficial con plantas acuáticas (phragmites australis) en la biorremediación de aguas residuales, en las instituciones educativas del distrito de Amarilis – Huánuco”

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA
AMBIENTAL**

AUTORA: Mayta Zuñiga, Nataly Devora

ASESOR: Cámara Llanos, Frank Erick

HUÁNUCO – PERÚ

2022



U

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

- Tesis (X)
- Trabajo de Suficiencia Profesional()
- Trabajo de Investigación ()
- Trabajo Académico ()

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Contaminación Ambiental
AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería ambiental

Disciplina: Ingeniería ambiental y Geología

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título Profesional de Ingeniera ambiental

Código del Programa: P09

Tipo de Financiamiento:

- Propio (X)
- UDH ()
- Fondos Concursables ()

D

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 70802857

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 44287920

Grado/Título: Maestro en ciencias de la salud con mención en: salud pública y docencia universitaria

Código ORCID: 0000-0001-9180-7405

DATOS DE LOS JURADOS:

Nº	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Campos Ríos, Bertha Lucila	Magister en educación gestión y planeamiento educativo	19939411	0000-0002-5662-554X
2	Riveros Agüero, Elmer	Maestro en administración y gerencia en salud	282198517	0000-0003-3729-5423
3	Morales Aquino, Milton Edwin	Maestro en ingeniería con mención en: gestión ambiental y desarrollo sostenibles	44342697	0000-0002-2250-3288

H

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO
PROFESIONAL DE INGENIERO (A) AMBIENTAL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 9:20 horas del día 13 del mes de diciembre del año 2022, en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el **Jurado Calificador** integrado por los docentes:

Mg. Bertha Lucila Campos Ríos (Presidente)

Mg. Elmer Riveros Agüero (Secretario)

Mg. Milton Edwin Morales Aguino (Vocal)

Nombrados mediante la Resolución N° 2518-2022-D-FI-UDH para evaluar la **Tesis** intitulada:

"EFECTO DEL HUMEDAL ARTIFICIAL DE FLUJO SUBSUPERFICIAL CON PLANTAS ACUÁTICAS (Phragmites australis) EN LA BIORREMEDIACIÓN DE AGUAS RESIDUALES, EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS DEL DISTRITO DE AMARILIS - HUÁNUCO"

presentada por el (la) Bachiller Nataly Devora MAYTA ZUÑIGA, para optar el Título Profesional de Ingeniero (a) Ambiental

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo (a) aprobada por unanimidad con el calificativo cuantitativo de 14 y cualitativo de bueno (Art. 47)

Siendo las 10:22 horas del día 13 del mes de diciembre del año 2022, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.



Presidente



Secretario



Vocal



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

Yo, **FRANK ERICK CAMARA LLANOS**, asesor(a) del PA. de **INGENIERIA** y designado(a) mediante documento: **RESOLUCIÓN No 1460-2021-D-FI-UDH del 8 de NOVIEMBRE del 2021**; del Bachiller **MAYTA ZUÑIGA Nataly Debora**, de la investigación titulada; “EFECTO DEL HUMEDAL ARTIFICIAL DE FLUJO SUBSUPERFICIAL CON PLANTAS ACUÁTICAS (*Phragmites australis*) EN LA BIORREMEDIACIÓN DE AGUAS RESIDUALES, EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS DEL DISTRITO DE AMARILIS – HUÁNUCO”.

Puedo constar que la misma tiene un índice de similitud del **25%** verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Antiplagio Turnitin. Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 22 de FEBRERO del 2023



Mg. Frank E. Cámara Llanos
MÉDICO VETERINARIO
CMV. 7188

Apellidos y Nombres

Código Orcid: 0000-0001-9180-7405

DNI: 44287920

informe final de tesis

INFORME DE ORIGINALIDAD

25%	24%	8%	9%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	www.udh.edu.pe Fuente de Internet	3%
2	repositorio.unh.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	repositorio.uladech.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	2%
5	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
6	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	repositorio.unesum.edu.ec Fuente de Internet	1%
8	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	1%
9	distancia.udh.edu.pe Fuente de Internet	1%


Mg. Frank E. Cámara Llanos
MEDICO VETERINARIO
C.M.V. 7185

Apellidos y Nombres

Código Orcid: 0000-0001-9180-7405

DNI: 44287920

DEDICATORIA

A Dios, por darme el regalo de la vida y así día a día poder superarme. A mi madre por ser mi roca y en los momentos difíciles brindarme su apoyo y consejos. A mis docentes de la E.A.P de ing. Ambiental por brindarme sus conocimientos en esta carrera.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme la vida y guiar mi camino en compañía de mis seres queridos

A mi familia, en especial a mi madre por ser mi fuerza y darme su apoyo incondicional en este largo camino de mi vida, por enseñarme que todo tiene su tiempo que cada meta trazada se tiene que cerrar para empezar uno nuevo, que la vida es corta y uno tiene que aprovechar al máximo sin pasar por encima de nadie y sin dejarse pisar.

A un gran ser humano y amigo que ya no está a nuestro lado, pero dejo un vacío en nuestros corazones, un agradecimiento eterno por todas tus enseñanzas

A mi asesor por la orientación en el tiempo de ejecución de mi tesis

A la Universidad de Huánuco y de manera especial a la facultad de Ingeniería Ambiental.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
ÍNDICE	IV
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	X
RESUMEN	XII
ABSTRACT	XIII
INTRODUCCIÓN.....	XIV
CAPÍTULO I.....	16
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	16
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	16
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	18
1.2.1. PROBLEMA GENERAL.....	18
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	18
1.3. OBJETIVO GENERAL	19
1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	19
1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	21
1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	21
1.7.1. AMBIENTAL	21
1.7.2. TÉCNICO.....	22
1.7.3. SOCIAL.....	22
CAPITULO II.....	23
MARCO TEÓRICO	23
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	23
2.1.1. INTERNACIONAL.....	23
2.1.2. NACIONAL.....	25
2.1.3. LOCAL	28
2.2. BASES TEÓRICAS.....	28
2.2.1. TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS.....	28
2.2.2. BIORREMEDIACIÓN.....	30
2.2.3. HUMEDAL.....	31

2.2.4. HUMEDAL ARTIFICIAL (H.A).....	31
2.2.5. TIPOS DE HUMEDAL ARTIFICIAL.....	32
2.2.6. COMPONENTES DE UN HUMEDAL ARTIFICIAL.....	35
2.2.7. MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL	42
2.2.8. PARÁMETROS A ANALIZAR.....	43
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES.....	47
2.4. HIPÓTESIS	48
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL.....	48
2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICOS.....	48
2.5. VARIABLE	48
2.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE.....	48
2.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE.....	49
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE.....	50
CAPITULO III.....	51
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	51
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	51
3.1.1. ENFOQUE.....	51
3.1.2. ALCANCE O NIVEL	51
3.1.3. DISEÑO.....	52
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	55
3.2.1. POBLACIÓN.....	55
3.2.2. MUESTRA.....	55
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS ..55	
3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA DE AGUA	56
3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	58
3.4.1. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS	58
3.4.2. PRESENTACIÓN DE DATOS.....	58
CAPITULO IV	60
RESULTADOS	60
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS.....	60

4.1.1. RESULTADO DE LOS PARÁMETROS EVALUADOS AL INGRESO Y DESPUÉS DEL TRATAMIENTO (SALIDA) DE LA I.E NO 32678 DE CHICCHUY.....	60
4.1.2. RESULTADO DE LOS PARÁMETROS EVALUADOS AL INGRESO Y DESPUÉS DEL TRATAMIENTO (SALIDA) DE LA I.E NO 33313 DE ROSAPAMPA.....	70
4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS....	81
4.2.1. HIPÓTESIS ESPECIFICA.....	81
4.2.2. PRUEBA DE HIPÓTESIS GENERAL.....	100
CAPITULO V	102
CONCLUSIONES.....	109
RECOMENDACIONES.....	112
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	114
ANEXOS	120

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Tiempo de infiltración	30
Tabla 2 taxonomía del carrizo.....	41
Tabla 3 límites máximo permisible	43
Tabla 4 Operacionalización de variables	50
Tabla 5 diseño del H. A del colegio de Chicchuy	53
Tabla 6 Diseño del H.A del colegio de Rosapampa	54
Tabla 7 Coliformes termotolerantes (Chicchuy)	60
Tabla 8 Análisis de temperatura (Chicchuy)	61
Tabla 9 Análisis de STS (Chicchuy)	63
Tabla 10 Análisis del pH (Chicchuy)	64
Tabla 11 Análisis de aceites y grasas (Chicchuy)	66
Tabla 12 Análisis de DBO5 (Chicchuy).....	67
Tabla 13 Análisis de DQO (Chicchuy).....	69
Tabla 14 Análisis de coliformes termotolerantes (Rosapampa)	70
Tabla 15 Análisis de temperatura (Rosapampa).....	72
Tabla 16 Análisis de STS (Rosapampa)	73
Tabla 17 Análisis de pH (Rosapampa).....	75
Tabla 18 Análisis de aceites grasas (Rosapampa)	76
Tabla 19 Análisis de DBO5 (Rosapampa)	78
Tabla 20 Análisis de DQO (Rosapampa)	79
Tabla 21 STS estadística de muestra emparejada (Chicchuy).....	82
Tabla 22 STS normalidad	82
Tabla 23 STS prueba de normalidad	82
Tabla 24 STS muestras emparejadas.....	83
Tabla 25 STS prueba de normalidad (Rosapampa).....	83
Tabla 26 STS normalidad	83
Tabla 27 STS estadísticas de muestras emparejadas	84
Tabla 28 Prueba de T- student STS	84
Tabla 29 Aceites y grasas prueba de wilcoxon (Chicchuy)	85
Tabla 30 Aceites y grasas prueba de normalidad	85
Tabla 31 Aceites y grasas prueba de Wilcoxon	86

Tabla 32 aceites y grasas prueba de normalidad wilcoxon (Rosapampa)....	86
Tabla 33 Aceites y grasas prueba de normalidad	86
Tabla 34 Aceites y grasas resumen de prueba de hipótesis	87
Tabla 35 DBO5 prueba de T- de studen (Chicchuy)	87
Tabla 36 DBO5 prueba de normalidad.....	87
Tabla 37. DBO5 estadística de muestra emparejada.....	88
Tabla 38 DBO5 prueba de muestra emparejada.....	88
Tabla 39 DBO5 prueba de T- student (Rosapampa).....	89
Tabla 40 DBO5 prueba de normalidad.....	89
Tabla 41 DBO5 prueba de muestra emparejada.....	89
Tabla 42 DBO5 muestra emparejada	89
Tabla 43 DQO prueba de T- student (Chicchuy).....	90
Tabla 44 DQO prueba de normalidad	90
Tabla 45 DQO prueba de T-student (Chicchuy).....	90
Tabla 46 DQO prueba de muestras emparejadas.....	91
Tabla 47 DQO prueba de T- student (Rosapampa)	91
Tabla 48 DQO prueba de normalidad	91
Tabla 49 DQO estadística de muestras emparejadas	92
Tabla 50 DQO prueba de muestras emparejadas.....	92
Tabla 51 pH prueba de T- de student (Chicchuy)	93
Tabla 52 pH prueba de normalidad.....	93
Tabla 53 pH prueba estadística de muestra emparejada.....	93
Tabla 54 pH prueba de muestra emparejada	94
Tabla 55 pH prueba de T- student (Rosapampa).....	94
Tabla 56 pH prueba de normalidad.....	94
Tabla 57 pH prueba estadística de muestra emparejada.....	95
Tabla 58 Ph prueba de muestra emparejada	95
Tabla 59. coliforme termotolerante prueba de normalidad shapiro wilk (Chicchuy)	96
Tabla 60. Coliformes Termotolerantes prueba de normalidad.....	97
Tabla 61 Estadísticas de Muestras Emparejado coliformes termotolerantes	97
Tabla 62 Prueba t de Student para Muestra Relacionadas para Coliformes Termotolerantes	97

Tabla 63 Prueba de Normalidad Shapiro Wilk para Coliformes Termotolerantes (Rosapampa)	98
Tabla 64 coliforme termotolerante prueba de normalidad	98
Tabla 65 Estadísticas de Muestras Emparejado para coliforme termotolerante	99
Tabla 66 Coliformes termotolerantes prueba de muestra emparejadas	99
Tabla 67. Resumen de la Pruebas de Hipótesis Especificas 1, 2 y 3.....	101

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Humedal artificial	34
Figura 2 Proceso de Depuración del Humedal Artificial	35
Figura 3 Sección Transversal de Humedal Artificial Subsuperficial	35
Figura 4. Esquema del Sistema con Macrofitos Emergentes	39
Figura 5 Planta de Carrizo en el Humedal Artificial	40
Figura 6 Esquemático del Carrizo (phragmites australis).....	41
Figura 7 Esquema del Humedal Artificial y Puntos de Toma de Muestra en la I.E N° 32678 de Chicchuy.....	57
Figura 8 Esquema del Humedal Artificial y Punto de Toma de Muestra en la I.E N°33313 de Rosapampa	57
Figura 9 Comportamiento del Parámetro Coliforme Termotolerante Durante el Periodo de Toma de Muestra	60
Figura 10 Comportamiento del Parámetro Temperatura Durante el Periodo de Toma de Muestra.....	62
Figura 11 Comportamiento del Parámetro Solidos Totales en Suspensión Durante el Periodo de Toma de Muestra	63
Figura 12 Comportamiento del parámetro Potencial de Hidrógeno (pH) Durante el Periodo de Toma de Muestra	65
Figura 13 Comportamiento del Parámetro Aceites y Grasas Durante el Periodo de Toma de Muestra.....	66
Figura 14 Comportamiento del Parámetro DBO5 para el Periodo de Toma de Muestra	68
Figura 15 Comportamiento del Parámetro DQO para el Periodo de Toma de Muestra	69
Figura 16 Comportamiento del Parámetro Coliforme Termotolerante para el Periodo de Toma de Muestra	71
Figura 17 Comportamiento del Parámetro Temperatura para el Periodo de toma de muestra.....	72
Figura 18 Comportamiento del Parámetro Solidos Totales en Suspensión para el Periodo de Toma de Muestra.....	74
Figura 19 Comportamiento del Parámetro Potencial de Hidrogeno (pH) para el Periodo de Toma de Muestra.....	75

Figura 20 Comportamiento del Parámetro Aceites y Grasas para el Periodo de Toma de Muestras.....	77
Figura 21 Comportamiento del Parámetro DBO5 para el Periodo de Toma de Muestra	78
Figura 22 Comportamiento del Parámetro DQO para el Periodo de Toma de Muestra	80

RESUMEN

La investigación ha tenido como objetivo determinar el efecto del humedal artificial de flujo subsuperficial con plantas acuáticas (*Phragmites australis*) en la biorremediación de las aguas residuales en las instituciones educativas del distrito de Amarilis - Huánuco; el cual se realizó con el objetivo de reducir los contaminantes en el agua residual mediante los humedales artificiales de flujo subsuperficial implementado en la I.E N° 33313 del C.P de Rosapampa y la I.E N° 32678 del C.P Chicchuy, en el humedal se utilizó canto rodado como medio de soporte y la macrófita *Phragmites australis*, con una densidad de 25 plantas/m². La metodología tiene un nivel experimental, enfoque cuantitativo y diseño experimental; la población estaba constituido por el agua residual del tratamiento primario de ambas instituciones educativas y la muestra constituido por el volumen (1 litro) del afluente y efluente de los humedales artificiales; se realizó un total de 28 muestras tomados en los meses de junio y julio de 2022. Se analizaron parámetros físicos (sólidos totales en suspensión, temperatura), químicos (aceites y grasas, DBO5, DQO, Ph) y microbiológico (coliformes termotolerantes) requeridos en el decreto supremo 003-2010-MINAM. Los resultados en la I.E N° 33313 e I.E N° 32678 son los siguientes: en sólidos totales en suspensión una remoción del 85,13% y 71,26%; la temperatura de 18,71°C (afluente) a 18,86°C (efluente) y de 18,86°C (afluente) a 18,86°C (efluente); en aceites y grasa, se ha tenido una remoción del 100% y 90%; DBO5 se ha tenido una reducción del valor en 26,47% y 33,85%; DQO se ha tenido una reducción del valor en 63,76% y 62,59%, logrando reducir el nivel de contaminación del agua; el pH, paso el agua de un rango básico a un rango neutral al reducir el valor en 9,82% y 8,49%, siendo los valores del pH en el efluente de 7,82 y 7,68. Se concluye que el humedal artificial de flujo subsuperficial con la especie *Phragmites australis* tiene efecto significativo en la biorremediación de las aguas residuales en las instituciones educativas del distrito de Amarilis - Huánuco, obteniendo una reducción en el valor de los parámetros evaluados (microbiológico, químico y físico).

Palabras claves: Humedal artificial, *Phragmites australis*, flujo subsuperficial, biorremediación, agua residual.

ABSTRACT

The objective of the research was to determine the effect of an artificial wetland of subsurface flow with aquatic plants (*Phragmites australis*) in the bioremediation of wastewater in educational institutions in the district of Amarilis – Huanuco; which was carried out in the artificial wetlands of subsurface flow implemented in the I.E N° 33313 of the C.P of Rosapampa and the I.E N° 32678 of the C.P Chicchuy, in the wetland pebbles were used as a support medium and the macrophyte *Phragmites australis*, with a density of 25 plants/m². The methodology has an experimental level, a quantitative approach and an experimental design; the population consisted of the wastewater from the primary treatment of both educational institutions and the sample consisted of the volume (1 liter) of the influent and effluent of the artificial wetlands; for each educational institution, 7 samples of the influent and 7 samples of the effluent were taken, for a total of 28 samples taken in June and July 2022. were analyzed the physical parameters (total suspended solids, temperature), chemicals (oils and fats, BOD5, COD, Ph) and microbiological (thermotolerant coliforms) required in the supreme decree 003-2010-MINAM. The results for I.E N° 33313 and I.E N° 32678 are as follows: in total suspended solids a removal of 85.13% and 71.26%; temperature from 18.71°C (influent) to 18.86°C (effluent) and from 18.86°C (influent) to 18.86°C (effluent); in oils and grease, there has been a removal of 100% and 90%; BOD5 has been reduced by 26.47% and 33.85%; COD values have been reduced by 63.76% and 62.59%, reducing the level of water pollution; the pH, moving the water from a basic to a neutral range by reducing the value by 9.82% and 8.49%, The pH values of the effluent were 7.82 and 7.68. It is concluded that the artificial subsurface flow wetland with *Phragmites australis* species has a significant effect on the bioremediation of wastewater in the educational institutions of the Amarilis district - Huanuco, obtaining a reduction in the value of the parameters evaluated (microbiological, chemical and physical).

Key words: artificial wetland, *Phragmites australis*, bioremediation, wastewater.

INTRODUCCIÓN

En el Perú según lo reportado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2020) se tiene un 80,5% de áreas rurales sin un sistema de red pública de alcantarillado. Así mismo las instituciones educativas que se ubican en estas zonas rurales no tienen acceso a un sistema de red pública de alcantarillado, por lo que emplean letrinas o realizan la descarga del efluente directamente al medio ambiente, las excretas y aguas residuales son vertidos generalmente sin un tratamiento adecuado; sumado a ello se tiene que las características del suelo donde se ubican algunas instituciones educativas tienen un alto valor en el tiempo de infiltración por lo que no es viable la utilización de los sistemas convencionales de tratamiento de aguas residuales domésticas recomendados en la norma peruana IS. 020 (campos de percolación y pozos de absorción).

Por lo tanto, surge la necesidad de estudiar alternativas no contempladas en la norma peruana para el tratamiento de las aguas residuales domésticas de las instituciones educativas, a fin de determinar su efecto y de acuerdo a las experiencias obtenidas en diferentes condiciones de trabajo en un futuro se podría incorporar en la norma peruana como parte del sistema de tratamiento para las aguas residuales.

Una de las tecnologías que se vienen estudiando a nivel mundial para el tratamiento de las aguas residuales son los humedales artificiales que emplean plantas macrófitas; según Mellado (2019), con este tipo de sistemas se reduce la concentración de la carga orgánica, así como de los contaminantes existentes en el agua residual, y esto se realiza mediante la degradación microbiológica de la materia orgánica existente. Así mismo, Alarcón et al. (2018) refiere que actualmente este sistema se aplica de forma creciente en diferentes países del mundo con el objetivo de tratar el agua residual de diferentes tipos dentro de ellas al agua residual doméstica.

Los humedales artificiales como tratamiento de las aguas residuales son cada vez más aceptados a nivel mundial, los humedales artificiales de flujo subsuperficial son los más comúnmente utilizados en diferentes países europeos, siendo estos también adecuados para los países de América Latina; sin embargo, es necesario que se realice una difusión además se

requiere la comprensión referente al funcionamiento de este tipo de sistemas de tratamiento bajo las condiciones ambientales propias de cada lugar (Alarcón et al.,2018).

Debido a la problemática identificado en las instituciones educativas de las áreas rurales del distrito de Amarilis de la provincia de Huánuco, se tuvo como objetivo de la investigación determinar el efecto del humedal artificial de flujo subsuperficial con plantas acuáticas (*phragmites australis*) en la biorremediación de las aguas residuales en las instituciones educativas del distrito de Amarilis – Huánuco; el estudio se realizó en los humedales artificiales de flujo subsuperficial implementados en la I.E N°32678 del centro poblado de Chicchuy y la I.E N°33313 del centro poblado de Rosapampa del distrito de Amarilis; y se analizó los siguientes parámetros: físicos (los sólidos totales en suspensión y temperatura), químico (Ph, aceite y grasas, DBO5 y DQO) y microbiológico (coliformes termotolerantes), los cuales se encuentran en el D.S N° 003 - 2010-MINAN (mediante el cual se aprueban los valores de los límites máximos permisibles para el caso de los efluentes provenientes de las plantas de tratamiento aguas residuales domesticas o municipales).

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Según el Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas (WWAP,2017) reporta, que en los países con altos ingresos tratan el agua residual municipal o industrial en promedio en un 70%, los cuales se van reduciendo en países que tienen ingresos de medios a altos donde en promedio se tratan un 38% de estas aguas residuales, en países con ingresos de medios a bajos se tratan en promedio un 28% y en los países con ingresos bajos se estima que solo un 8% del agua residual municipal e industrial generado recibe algún tipo de tratamiento. Teniendo en cuenta estas estimaciones sustentan que a nivel mundial se tiene más de un 80% de las aguas residuales generados que son vertidos sin ningún tratamiento.

A fin de revertir esta situación, hasta la actualidad a nivel mundial se vienen realizando investigaciones para el tratamiento de las aguas residuales, empleando diferentes alternativas, dentro de los cuales se estudia el uso del humedal artificial con las condiciones ambientales propias de cada lugar y empleando diferentes especies de plantas a fin de determinar la eficacia en el tratamiento de las aguas residuales; en investigaciones realizadas, el uso de esta tecnología ha demostrado obtener efluentes de buena calidad con los parámetros microbiológico, químico y físico dentro de los rangos aceptables para su vertimiento, así como un bajo consumo energético, simplicidad en su operación además de ser amigables con el medio ambiente y tener un mejor entorno paisajístico debido al uso de las distintas especies de plantas.

En el Perú con respecto al acceso del saneamiento básico, el INEI (2020) reporta que en las zonas rurales del Perú se tiene un alto porcentaje (80,5%) sin acceso al sistema de red pública de alcantarillado. por lo tanto, las instituciones educativas ubicadas en las zonas rurales tampoco tienen acceso a la red de alcantarillado pública, por lo general para eliminar las aguas residuales y excretas emplean letrinas de fosa simple, letrina con arrastre hidráulico, realizan la descarga directa a una fuente de agua (rio, riachuelos) y en algunos casos utilizan como tratamiento el tanque séptico y pozo percolador (no siendo estos muy frecuentes); por lo que las excretas y aguas

residuales de las instituciones educativas generalmente son vertidas sin un tratamiento adecuado lo que genera algún efecto nocivo en la salud humana (enfermedades) y efectos negativos en el medio ambiente contaminando el suelo y los recursos hídricos.

En la normativa peruana, en el Reglamento Nacional de Edificaciones (R.N.E) para el caso de las áreas urbanas o rurales donde no se tienen redes públicas de alcantarillado y que requieren implementar un tratamiento para las aguas residuales domesticas se cuenta con la norma IS. 020, en la cual se tiene como única alternativa recomendada para el tratamiento de las aguas residuales domesticas la utilización del tanque séptico y para el tratamiento complementario del efluente se tiene el uso de campos de percolación y pozos de absorción, tratamientos que dependen de la infiltración en el suelo; Estos tratamientos no siempre son aplicables en suelos donde el tiempo de infiltración es mayor al máximo requerido para emplear este sistema de tratamiento, muchas veces no siendo aplicables en suelos arcillosos con tiempos de infiltración mayores o en suelos con un nivel freático alto.

En el distrito de Amarilis del departamento de Huánuco; en varias zonas rurales no se cuenta con una red pública de alcantarillado, como es el caso de los centros poblados de Chicchuy y Rosapampa, en estos centros poblados se tienen a las siguientes instituciones educativas, la I.E N° 32678 del centro poblado Chicchuy y la I.E N°33313 del centro poblado Rosapampa.

Ambas instituciones educativas no tienen acceso a la red pública de alcantarillado, para eliminar las aguas residuales y excretas, utilizan letrinas y la descarga se realiza directo hacia el medio ambiente, sin un tratamiento y sin controlar que los parámetros ya sean químicos, microbiológicos y físicos del efluente se encuentren dentro de los límites máximos permisibles para la descarga de acuerdo al Decreto Supremo 003-2010-MINAN, lo que genera un efecto nocivo en la salud humana y efectos negativos en el medio ambiente con la contaminando los recursos hídricos y el suelo; así mismo en ambas instituciones educativas el tipo de suelo es arcilloso por lo que el sistema de tratamiento recomendado en la norma IS. 020 del R.N.E (tanque séptico y pozos de absorción) no pueden ser aplicables al tener el suelo un alto valor del tiempo de infiltración superior a lo requerido para este tipo de sistema de tratamiento.

Por lo tanto; la I.E N°32678 del centro poblado Chicchuy y la I.E N°33313 del centro poblado Rosapampa al no tener un sistema de tratamiento para las aguas residuales domésticas, además que la capacidad de infiltración del suelo existente es baja no siendo aplicable el uso del pozo de absorción, requiere buscar otros sistemas de tratamientos no contemplados en la normativa peruana y que se vienen estudiando y aplicando en otros países; es por ello que la presente investigación busca solucionar esta problemática referida al tratamiento del agua residual domestica generados en las instituciones educativas de las zonas rurales a través de la implementación de los humedales artificiales de flujo subsuperficial con plantas acuáticas (*Phragmites Australis*) y evaluar su efecto en la biorremediación de las aguas residuales, verificando los diferentes parámetros como son el físico, químico y microbiológico, tanto del afluente y efluente, de acuerdo al decreto supremo 003-2010-MINAM.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1 PROBLEMA GENERAL

¿Cuál es el efecto del humedal artificial de flujo subsuperficial con plantas acuáticas (*Phragmites Australis*) en la biorremediación de aguas residuales en las instituciones educativas del distrito de Amarilis-Huánuco?

1.2.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS

¿Cuál es el efecto del humedal artificial de flujo subsuperficial con planta acuática (*Phragmites Australis*) en los parámetros físicos?

¿Cuál es el efecto del humedal artificial de flujo subsuperficial con planta acuática (*Phragmites Australis*) en los parámetros químicos?

¿Cuál es el efecto del humedal artificial de flujo subsuperficial con planta acuática (*Phragmites Australis*) en los parámetros microbiológicos?

1.3 OBJETIVO GENERAL

Determinar el efecto del humedal artificial de flujo subsuperficial con plantas acuáticas (*Phragmites Australis*) en la biorremediación de aguas residuales en las instituciones educativas del distrito de Amarilis- Huánuco.

1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar el efecto del humedal artificial de flujo subsuperficial con la planta acuática (*Phragmites Australis*) en los parámetros físicos.

Determinar el efecto del humedal artificial de flujo subsuperficial con la planta acuática (*Phragmites Australis*) en los parámetros químicos.

Determinar el efecto del humedal artificial de flujo subsuperficial con la planta acuática (*Phragmites Australis*) en los parámetros microbiológicos.

1.5 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La institución educativa N°32678 del centro poblado Chicchuy e institución educativa N°33313 del centro poblado Rosapampa, ubicados en las áreas rurales del distrito de Amarilis – Huánuco, así como la población de dichos centros poblados sufren agudos problemas de servicios básicos para la disposición de excretas, estando la salud de los estudiantes en riesgo por la transmisión de enfermedades relacionado con la higiene y por falta de un adecuado sistema de saneamiento; esta problemática a su vez provoca contaminación ambiental.

Generalmente se recurre al uso de letrina para la disposición de excretas y estas en temporadas de invierno con las precipitaciones pluviales se llenan de agua produciendo el aniego con las aguas contaminadas que generan la proliferación de insectos (zancudo), así mismo se producen filtraciones en el suelo que podría contaminar las aguas subterráneas o en otros casos se realiza la descarga del efluente directamente al medio ambiente sin un adecuado tratamiento; así mismo por el tipo de suelo del lugar no es posible el empleo de un sistema de tratamiento comúnmente empleado y recomendado en la norma peruana como es el pozo de absorción; por lo tanto, ante la problemática surge la necesidad de emplear y estudiar otros sistemas de tratamiento que mejoren la calidad del agua del efluente, siendo una alternativa el uso del humedal artificial de flujo subsuperficial.

El estudio contribuirá con información técnica y práctica en la biorremediación del agua residual doméstica generados en las instituciones educativas del área rural, ya que se ha determinado y cuantificado el efecto en sus diferentes parámetros, como son el parámetro químico, físico y microbiológico, empleando el humedal artificial de flujo subsuperficial con la macrófita *Phragmites Australis*, cuyos resultados son favorables en la biorremediación del agua residual doméstica; el estudio podría ser replicado e implementado en otras instituciones educativas de las áreas rurales del Perú, a fin de resolver el problema de la falta de un adecuado sistema de tratamiento de las aguas residuales domésticas y reducir la contaminación del medio ambiente

La implementación de este sistema de tratamiento y la investigación beneficia directamente a los estudiantes, personal docente y administrativo de las instituciones educativas que forman parte del presente estudio y/o instituciones educativas del ámbito rural donde se podría implementar este sistema de tratamiento, ya que contarán con un sistema de saneamiento básico que cumplan con sus obligaciones ambientales y sanitarias e indirectamente beneficiara a la población aledaña quienes contarán con ambiente más sanos y libre de descargas contaminantes.

Desde el punto de vista académico servirá como referencia para futuras investigaciones relacionados al tema o como material de clase en la universidad de Huánuco específicamente en la E.A.P de Ing. Ambiental u otra institución académica, así como en las instituciones educativas donde se desarrolló la investigación podrían utilizar los resultados obtenidos para la impartición de clases en el área de ciencia tecnología y ambiente.

Actualmente en la legislación peruana no hay normas para la construcción de humedales artificiales, por lo que es necesario realizar investigaciones referentes a este sistema, con las condiciones climáticas propios de nuestro país así como el uso de la macrófita adecuada que se adapte a cada lugar; a fin de contar con alternativas para el tratamiento del agua residual y que en un futuro podrían incorporarse en las normas peruanas; por lo tanto, esta investigación busca ser un aporte y contribuir para tener un mayor conocimiento sobre el efecto del humedal artificial de flujo subsuperficial con la macrófita *Phragmites Australis* en la biorremediación de

las aguas residuales de las instituciones educativas ubicados en las áreas rurales.

Desde lo personal, la situación actual referida a la falta de un sistema de red pública de alcantarillado en las zonas rurales del país y una práctica inadecuada del tratamiento de las excretas o descarga de las aguas residuales al medio ambiente por parte de las instituciones educativa ubicados en las zonas rurales del país me motivan a buscar alternativas para dicha problemática, a fin de reducir el grado de contaminación del medio ambiente, además de buscar el bienestar de la población ya que también se estaría contribuyendo a la mejora de la calidad de vida de las personas al contar con un adecuado sistema de tratamiento para el agua residual doméstica. Por lo tanto, con esta investigación busco impulsar el uso de esta tecnología en el país ya que se obtiene resultados favorables además de mejorar el entorno paisajístico debido al uso de las plantas, así mismo que servirá de aporte a otras investigaciones relacionados a los humedales artificiales. Esto con la finalidad de contribuir en mejorar la calidad de vida de las personas además de reducir el nivel de contaminación en el medio ambiente.

1.6 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

En el distrito de amarilis – Huánuco no se encontró investigación referente al uso de humedales artificiales en las instituciones educativas rurales.

1.7 VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

Se contó con la disponibilidad bibliográfica, de los materiales, de los recursos humanos, así mismo se ha tenido acceso a la recolección de datos con la autorización de los directores de las instituciones educativas.

1.7.1 AMBIENTAL

Con la ejecución del proyecto de investigación no se alteró, y tampoco se causó daño alguno a un individuo, ambiente o población; por el contrario, con el humedal artificial se mejoró la calidad del agua, logrando reducir los valores en los niveles de contaminación en el efluente evaluados mediante los diferentes parámetros: siendo estos el parámetro químico, microbiológico y físico del agua residual doméstica,

además que la implementación de los humedales artificiales de flujo subsuperficial son amigables al entorno paisajístico y no genera sub productos nocivos, los cuales sirven para tratar aguas contaminadas aprovechando los procesos naturales mediante la vegetación, suelo y microbianos.

1.7.2 TÉCNICO

Se conto con un laboratorio donde se realizó el análisis de los parámetros físico, microbiológico y químico, obteniendo resultados favorables que se encuentran dentro de los LMP del D.S. 003-2010-MINAN con lo cual se podría concluir que el utilizar el humedal artificial de flujo subsuperficial con la macrófita *Phragmites Australis* es una buena alternativa en la biorremediación del agua residual domestica que se genera en las instituciones educativas del área rural ya que se logra mejorar la calidad del agua al reducir los valores en los parámetros evaluados.

1.7.3 SOCIAL

La biorremediación de las aguas residuales domesticas con el uso de humedales artificiales tiene un impacto positivo ya que ayudan a mejorar la calidad de vida de los estudiantes, docentes y personal administrativos de las instituciones educativas de las áreas rurales, al contar con un sistema de tratamiento adecuado mejorando las condiciones de higiene, eliminando la proliferación de insectos y reduciendo el riesgo de contraer enfermedades. Así mismo indirectamente beneficia a la población cercana a las instituciones educativas ya que el ambiente no se ve afectado con la descarga del efluente sin un adecuado tratamiento.

CAPITULO II MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1 INTERNACIONAL

Mena y Ojeda (2021) en “EFICIENCIA DE UN HUMEDAL DE FLUJO SUBSUPERFICIAL HORIZONTAL PARA TRATAR LOS EFLUENTES DE UN COLEGIO RURAL EN COLOMBIA “ Tuvieron como objetivo evaluar la eficiencia de un humedal de flujo subsuperficial horizontal construido en el Colegio Comfamiliar Siglo XXI, sede Campestre Corregimiento de San Fernando, Municipio de Pasto, Colombia; En cuanto a la metodología tiene un enfoque cuantitativo, nivel experimental, la evaluación de la eficiencia se desarrolló construido el sistema y puesta en marcha la misma, se empleó la macrofita *Scirpus californicus* (Junco o totora), la toma de muestras de campo se realizó de manera puntual en el afluente y efluente, para el análisis de resultados se realizó los análisis físico – químicos y microbiológicos del agua residual tanto del afluente y efluente en laboratorio, para la valoración de la eficiencia se hizo mediante la medición y análisis de los parámetros DBO5, DQO, sólidos suspendidos totales, nitrógeno total, fósforo total, grasas y aceites, coliformes totales; Los resultados fueron DBO5 93,89%, DQO 84,98% y SST 40%. El pretratamiento hizo que los parámetros nitrógeno y grasas no presentaran variación. En los parámetros microbiológicos Coliformes Totales se obtuvieron eficiencias del 99,99%; Concluyen que el Agua Residual del Colegio Comfamiliar Siglo XXI, luego de ser tratada por un sistema que incluye en su etapa final un humedal artificial de flujo subsuperficial horizontal, genera una calidad de agua óptima para realizar su descarga a un cuerpo receptor o incluso ser reutilizada para riego de cultivos agrícolas según los límites exigidos por la norma para el control de los vertimientos en Colombia (Decreto 1594 de 1984).

Aguilar (2020) en “DISEÑO DE UN HUMEDAL ARTIFICIAL DE FLUJO SUBSUPERFICIAL PARA EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK” planteó la construcción de un humedal artificial de flujo subsuperficial con la finalidad de dar tratamiento al agua residual proveniente de la Universidad Internacional SEK, ya que se considera un tratamiento Fito depurador, eficiente en la eliminación de patógenos, nutrientes y materia orgánica del agua residual, además de tener un fácil mantenimiento y bajo costo. En la investigación con el objetivo de bajar la concentración de los sólidos en suspensión y evitar que estos se podrían acumular al ingreso del humedal produciendo atascamientos, efectos desfavorables en las plantas y malos olores, consideró un sedimentador primario con capacidad de 1,13 m³ (largo de 1,23 m, ancho de 0,62 m y una altura de 1,5 m) a fin de tratar el agua residual que tiene un caudal de 24,27 m³ /día. Así mismo para cumplir con los límites máximos permisibles de acuerdo a la Norma técnica Ambiental 002 del distrito metropolitano de Quito y alcanzar la calidad del agua deseada para la descargar hacia el cauce del agua, se consideró el humedal cuyo volumen es de 24,48 m³ (de dimensiones 4,21 m de ancho, 8,29 m de largo y de profundidad 0,7 m). En el humedal artificial se utilizó las plantas ornamentales: *Zantedeschia* (cartucho), *Canna spp* (achira) y *Iris spp* (lirio), siendo estas plantas una parte esencial de este sistema los cuales sirven también para mejorar la estética de la institución. De los resultados obtenidos se tiene que ayudan a disminuir la DBO₅ en un 86 %, el DQO entre un 80-90 %, los sólidos en suspensión entre 90-95%, los coliformes fecales en 78,8% y para nitrógeno total y fósforo total en 80 %. Se considera al humedal una tecnología natural que permite el tratamiento del agua residual y se determinó que su implementación requiere un presupuesto de \$ 3,705.

Intriago (2019) en “HUMEDAL ARTIFICIAL PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS GRISES EN LAS CASAS DE LA COMUNIDAD DE PAN Y AGUA, JIPIJAPA” – Ecuador, la investigación tuvo como objetivo implementar un humedal artificial para el tratamiento

de las aguas grises y determinar mediante análisis físico-químicos y microbiológico la disminución de contaminantes, orgánicos y patógenos en el agua tratada y reutilizarla en el riego de plantas ornamentales. La metodología se basó en la aplicación de métodos y técnicas experimentales, analíticas y deductivas, el sistema consta de un primer tratamiento pretratamiento con la finalidad de retener grasas y residuos sólidos por decantación, posteriormente las aguas grises pasan al humedal artificial, que está compuesto por sustrato (grava de diferente granulometría) y macrófitas *Heliconia rostrata* (platanillo) y *Xanthosoma* (Camacho), almacenando su efluente en un tanque, para probar la eficiencia del humedal artificial mediante análisis físico-químicos y microbiológico, comparando los resultados del efluente del humedal artificial con los límites permisibles, establecidos en la norma vigente de descarga de efluentes a un cuerpo de agua dulce. Los resultados obtenidos fueron: aceites y grasas (1,47 – 0,07 mg/L) 95,23%, pH (6,0 – 7, 4) 23,33%, temperatura (27°C a 28°C), DBO5 (833 – 8 mg/L) 99,03%; el uso del humedal artificial fue una solución a la problemática del área directa de la investigación, la comparación de los análisis realizados al afluente y efluente del humedal artificial demuestran la eficiencia del sistema de tratamiento por la disminución de contaminantes en el efluente. Concluye que la implementación de este sistema es eficiente para el tratamiento de aguas grises y que su efluente puede ser descargado a cuerpos de agua dulce debido a que cumple con los límites máximos permisibles establecidos en la Legislación Secundaria del Medio Ambiente.

2.1.2 NACIONAL

Cejas (2021) en “IMPLEMENTACIÓN PILOTO DE UN HUMEDAL ARTIFICIAL DE FLUJO SUBSUPERFICIAL HORIZONTAL EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA, PARA EL TRATAMIENTO DEL AGUA RESIDUAL DE LA LAGUNA PRIMARIA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL – PTAR DEL DISTRITO DE PACOCHA, ILO 2017” desarrolló su investigación en el periodo de Febrero hasta fines de Julio del 2017 en la Universidad Nacional de

Moquegua; el objetivo fue implementar un humedal artificial piloto de flujo subsuperficial horizontal que permita tratar el agua residual proveniente de la laguna primaria de la PTAR de la Entidad Prestadora de Servicio de Ilo, reducir el DBO5 y demostrar que el medio de soporte propuesto para el humedal es adecuado para tratar el agua residual, en la investigación se ha teniendo un diseño mejorado (empleando zeolita) y otro diseño convencional. Para probar la hipótesis se realizó la construcción de un humedal artificial piloto ubicado en la E.P de Ing. Ambiental que pertenece a la filial Ilo de la Universidad Nacional de Moquegua; se aplicó un diseño cuasiexperimental en la que se analizó la causa y efecto, y la metodología cuantitativa. Se analizó: la DBO5, la DQO, el medio de soporte y tiempo de retención, siendo los análisis a los 30 días, 74 días y 96 días; se realizaron los análisis químicos, físicos y biológicos. Con ambos humedales se trataron el afluente de la laguna primaria siendo aproximadamente 19,3 m³, obteniéndose los siguientes valores promedios, para la DBO5 se tiene una concentración en el Afluente (testigo) de 220,33 mg/l, en el caso del Efluente N° 1 se tuvo un valor promedio de 67,33 mg/l y para el Efluente N° 2 se tuvo 51,67 mg/l; con lo cual se logró una reducción de la concentración de DBO5 en el afluente, siendo el 80 % en el Efluente N° 1 (SHAC) y en 85% en el Efluente N° 2 (SHAM). Con lo cual se llegó a cumplir con lo requerido en el D.S N° 003-2010-MINAM y de esta manera cumpliendo con el objetivo propuesto.

Flores y Huamán (2018) en “SISTEMA DE DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES MEDIANTE HUMEDAL ARTIFICIAL DE FLUJO SUBSUPERFICIAL EN LA COMUNIDAD CAMPESINA DE OCOPA - DISTRITO LIRCAY”, tuvieron como principal objetivo el diseño de un humedal artificial de flujo subsuperficial. La investigación tiene un nivel explicativo, de tipo Aplicada, método Científico – Deductivo y diseño no experimental de corte Longitudinal. Como técnicas de recolección de datos se utilizó la observación, la encuesta, así como la revisión bibliográfica. Para el análisis se tuvo 6 muestras que estaban conformados por muestras del afluente y efluente del humedal artificial;

con el tratamiento se redujo en: 35,32% para SST, la DBO5 en 27,59%, la DQO en 18,68%, en aluminio 36,91%, en Nitrógeno total 37,72%, en Fosforo total 34,47%, en Grasas y aceites 32,67%, en PH 19,59% y en Coliformes totales 34,35%. El sistema estaba conformado por un pre tratamiento compuesto por cámaras de rejillas, desarenador, una canaleta parshall, una laguna de maduración y una cámara de estabilización de sólidos; así mismo se ha tenido el tratamiento con el humedal artificial de flujo subsuperficial, se concluyó que con el tratamiento propuesto se mejoró la calidad del agua, ya que el sistema propuesto se adapta a las condiciones climáticas, fisicoquímicas, biológicas e hidráulicas del lugar.

Puma (2021) en "EFICIENCIA DE LOS HUMEDALES ARTIFICIALES DE *Schoenoplectus californicus* (TOTORA) y *Nasturtium officinale* (BERROS) SOBRE LOS CONTAMINANTES DE LOS EFLUENTES DE LA GRANJA EXPERIMENTAL DE PORCINOS EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE PATURPAMPA-HUANCAVELICA- 2017" realizó el tratamiento de biorremediación al agua residual que proviene de una graja porcícola de la E.P de Zootecnia que se ubica en la Universidad Nacional de Huancavelica, en la investigación se utilizó los humedales artificiales de flujo subsuperficial con las macrófitas berros (*Nasturtium officinale*) y totora (*Schoenoplectus californicus*), para lo cual se propuso un sistema conformado por: una cámara de rejillas gruesa, una cámara de rejilla fina, un tanque de regulación y un tanque para almacenamiento de capacidad 1100 litros, así mismo se construyó el techo para proteger el área de estudio con la finalidad que el agua de las precipitaciones pluviales no interfieran con el caudal del agua residual ya sea al ingreso o en la salida. En la investigación se utilizó los humedales artificiales con las macrófitas totora (*Schoenoplectus californicus*) y berros (*Nasturtium officinale*) a fin de evaluar la eficiencia en la remoción de la carga orgánica. Se ha obtenido los siguientes resultados: En la remoción de la demanda química de oxígeno (DQO) para el humedal artificial de la totora fue de 78,88% y de 78,91% para el humedal artificial de berros. Se determinó los valores promedios del oxígeno disuelto de las aguas residuales tanto al ingreso y salida de los humedales

artificiales, siendo los valores promedios para la totora de 1,11 mg/l a 8,25 mg/l y para los berros de 1,11 mg/l a 3,07 mg/l. para el caso de la conductividad eléctrica, los valores al ingreso y salida de los humedales artificiales se tienen: para la totora un valor promedio de 843,19 mg/l a 534,98 mg/l y para el berro de 843,19 mg/l a 642,48 mg/l. para la temperatura los valores al ingreso y salida de los humedales artificiales son: para la totora un valor promedio de 13,49 °c a 13,49 °C y para el berro de 13,49 °c a 13,32 °C, Para pH los valores al ingreso y salida obtenidos para la totora son de 6,74 a 7,36 y para el berro son de 6,74 a 7,29.

2.1.3 LOCAL

En el ámbito local no se encontró ninguna investigación sobre humedales artificiales.

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS

2.2.1.1 PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (PTAR).

Es una infraestructura que mediante diferentes procesos que se desarrollan en esta, permiten realizar la depuración de las aguas residuales domésticas (Decreto Supremo N°003-2010-MINAM, 2010).

2.2.1.2 TRATAMIENTO PRIMARIO.

El tratamiento primario es aquel tratamiento que tiene como principal objetivo separar o reducir los sólidos que están en suspensión, el cual no incluye la materia disuelta y coloidal (Reglamento Nacional de Edificaciones - Norma OS. 090, 2006).

Debido a que los sólidos que se encuentran en suspensión, las partículas grandes, la materia orgánica y otros desechos deben ser retenidos con anterioridad, el humedal artificial en sus diferentes tipos es una opción para realizar un tratamiento secundario, la tecnología utilizada en el tratamiento primario depende de la cantidad y tipo de agua residual, es importante este

tratamiento para evitar la obstrucción del humedal. Dentro de estos los tanques sépticos que son utilizados en aguas residuales domesticas tienen la función principal de eliminar los sólidos presentes en el agua mediante los procesos de sedimentación, siendo aproximadamente que el 60% de solidos suspendidos se eliminan en el tratamiento primario (Hoffman, Platzer, Winker y Von Muench, 2011).

2.2.1.3 TRATAMIENTO SECUNDARIO.

Tiene como tratamiento básico al tratamiento biológico, y combina diferentes procesos a fin de remover la materia orgánica biodegradable y sólidos totales en suspensión, siendo la desinfección también parte del tratamiento secundario. Tiene como objetivo la reducción de los compuestos orgánicos biodegradables disuelta en el agua además de eliminar la materia orgánica coloidal; en este tratamiento se consigue la remoción de un importante porcentaje de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) (Hammeken y Romero, 2005).

Según la normativa peruana IS.020 del Reglamento Nacional de Edificaciones del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2021) considera que en el tratamiento secundario los organismos aerobios realizan la descomposición de los sólidos restantes, y que estos tratamientos son realizados mediante campos de percolación o pozos, y para el diseño de estos sistemas de percolación se tiene que realizar el “tes de percolación”; sin embargo si el terreno presenta tiempos mayores a 12 minutos, los campos y pozos de percolación no se considera apto para la disposición del efluente del tanque séptico por lo que se debe proponer otro tipo de sistema de tratamiento así como la disposición final.

Tabla 1

Tiempo de infiltración

Clases de terreno	Tiempo de infiltración par el descenso de 1 cm
Rápido	de 0 a 4 minutos
Medios	de 4 a 8 minutos
Lentos	de 8 a 12 minutos

Nota: Ministerio de Vivienda construcción y saneamiento-Norma IS.020

2.2.2 BIORREMEDIACIÓN

De acuerdo a (Garzón, Rodríguez y Hernández, 2017; Mora, Alarcón, Rocado y Vanoye, 2016) refieren que la biorremediación descontamina el agua mediante procesos metabólicos para lo cual se emplean microorganismos vivos y plantas. Este proceso de biorremediación depende de la actividad catabólica de los organismos y de la capacidad de degradación de los contaminantes orgánicos el cual es utilizado como alimento y energía.

Al permitir la biorremediación remover residuos peligrosos del ambiente, entonces se puede emplear la biorremediación para limpiar las aguas o suelos contaminados; tiene un ámbito de aplicación amplio siendo aplicable a la remediación de suelos, y líquidos como aguas superficiales, aguas subterráneas y aguas residuales (Garzón et al., 2017).

Dentro de las técnicas más comunes de biorremediación esta la fitorremediación, el cual consiste en recuperar un ecosistema acuático, para lo cual se emplean especies vegetales que tengan capacidad de tolerar y asimilar concentraciones de residuos orgánicos o metales pesados. Comparando esto con un sistema convencional para el tratamiento de aguas residuales el sistema de biorremediación implica un bajo impacto ambiental y bajo consumo energético, considerándolo como sistemas blandos; dentro de estos sistemas encontramos a los humedales artificiales, los filtros verdes y lagunajes, dentro de estos

sistemas la combinación de diferentes microorganismos y plantas se encargan de la limpieza de los cuerpos de agua residual (Chugden y Verastegui, 2020). Por tanto, lo que se busca es reproducir lo que ocurre en la naturaleza de manera natural en los cuerpos de agua cuando estos se depuran de forma natural, sin la necesidad de implementar tecnología costosa y tampoco realizar grandes gastos de energía e impacto ambiental.

2.2.3 HUMEDAL

Según la secretaria de la convención de Ramsar (2013) refiere que los humedales son áreas o zonas en la cual el agua es el principal factor controlador de este medio, de la vida vegetal, así como de la vida animal que se asocia a este. Así mismo señalan que los humedales se forman u originan en lugares donde la capa freática se encuentra en la superficie terrestre o cerca de la superficie terrestre e incluso donde la tierra está cubierta por aguas poco profundas.

2.2.4 HUMEDAL ARTIFICIAL (H.A)

El H.A es creado por el hombre para darle tratamiento a las aguas residuales con menor tiempo que un humedal natural; da una solución con rapidez, no genera residuos contaminantes en su construcción y proporciona de forma simultánea ventajas ambientales, sociales y económicas, estos son canales de por lo general de profundidades menores a un (1) metro y con plantas macrófitas.

Así mismo, el humedal artificial viene a ser un sistema de biorremediación de las aguas residuales, el cual consiste en realizar cultivos de macrófitas enraizadas sobre un medio de arena o grava en un suelo impermeabilizado; el empleo de las macrófitas genera unas complejas interacciones químicas, biológicas y físicas; mediante el cual las aguas residuales son depuradas lenta y progresivamente (Delgadillo, Camacho, Pérez y Andrade, 2010).

Cooper et al. (como se citó en Delgadillo et al., 2010) sostiene que la función de los humedales artificiales es purificar el agua residual a través de la remoción de la materia orgánica (DBO), remoción de fosforo,

reduciendo los nitratos y oxidando el amonio. Siendo los procesos complejos que involucran la filtración, la sedimentación, precipitación química y la oxidación bacteriana.

Según Kolb (1998) sostiene que los humedales artificiales para su funcionamiento se basan en 3 principios, siendo estos: el aporte de oxígeno durante el día que es realizado a través de las plantas, la actividad bioquímica de los microorganismos y un apoyo físico mediante un lecho inerte el cual sirve como material filtrante además de soporte para el enraizamiento de las plantas; y el conjunto de este sistema ayudan a eliminar los materiales que se encuentran disueltos y/o suspendidos en el agua residual además de biodegradar los materiales orgánicos hasta mineralizarlo y obtener nuevos organismos.

2.2.5 TIPOS DE HUMEDAL ARTIFICIAL

De acuerdo al régimen de flujo que presenta el agua se pueden clasificar en humedal artificial de flujo subsuperficial y de flujo superficial; y estos humedales siempre emplean plantas acuáticas (macrófitas) (Hoffman et al., 2011).

Para la presente investigación consideraremos el humedal artificial de flujo subsuperficial; el cual se empleó en el proyecto debido a que se trata de instituciones educativas y lo que se requiere es que el agua residual se mantenga siempre por debajo del lecho filtrante así mismo evitar posibles problemas que se podrían presentar debido a la proliferación de insectos.

Humedal artificial de flujo subsuperficial. Estos son diseñados con la finalidad de tener el nivel del agua residual por debajo de la superficie del lecho filtrante, siendo utilizado en diferentes tratamientos del agua residual como, por ejemplo: aguas residuales municipales y domésticas, aguas residuales industriales, tratamientos terciarios de efluentes. En el caso de tratamiento de aguas residuales municipales y domésticas antes de emplear el humedal es necesario un tratamiento previo que es el tratamiento primario. El humedal es diseñado generalmente para ayudar en la eliminación de los contaminantes como

materia orgánica (medida como DBO₅ y DQO), sólidos suspendidos totales, nutrientes (nitrógeno, fósforo), patógenos, metales pesados entre otros contaminantes (Hoffman et al., 2011).

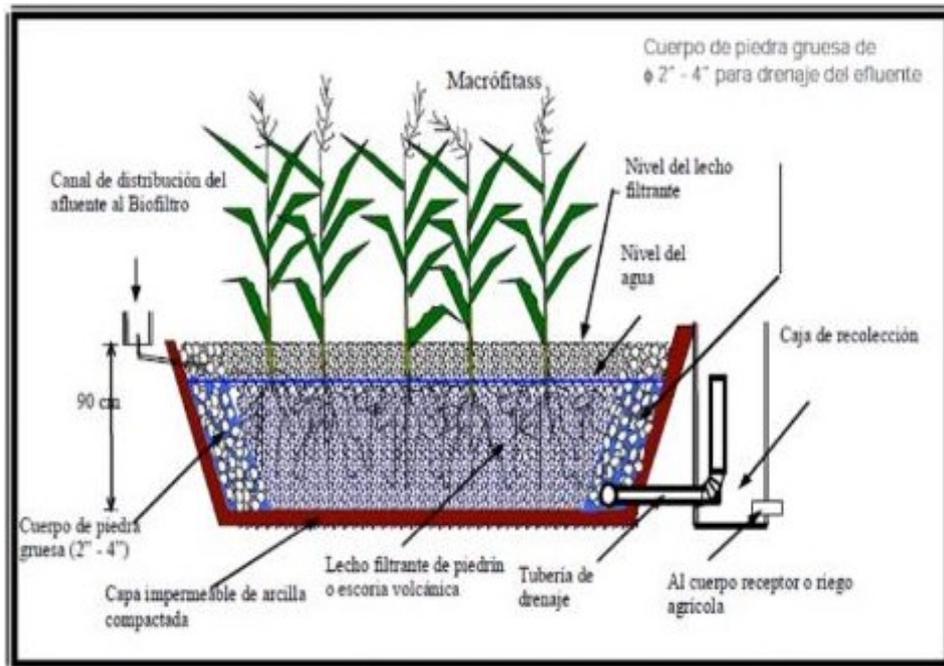
En el diseño de este tipo de sistemas de tratamiento generalmente se tiene una cama, que puede ser de arena o tierra y grava, y el sembrado con plantas macrófitas, que podría ser la caña *Phragmites australis* llamado comúnmente caña o carrizo. Así mismo para evitar las filtraciones en el suelo toda la cama es recubierta por una membrana impermeable (Kolb, 1998).

En el humedal el lecho actúa como una especie de filtro biológico y mecánico, en donde los sólidos que se encuentran suspendidos y sólidos microbianos son retenidos mecánicamente, y la materia orgánica soluble presente en el agua residual puede ser fijada o absorbida por el biofilm, en cuanto al tratamiento biológico este se da básicamente por la actividad de los microorganismos, de las bacterias aerobias y facultativas que se encuentran en el biofilm a la vez estas están adheridas en la arena, grava y raíces; degradan la materia orgánica por tratamiento aerobios por lo que se requiere la presencia de oxígeno. Debido a que los metales pesados no pueden desaparecer en el tratamiento por medio de microorganismos y bacterias las plantas se encargan de absorber estos metales pesados reduciendo su concentración en el agua; sin embargo, para el caso de las aguas residuales domésticas no se tienen problemas con los metales pesados ya que su concentración es mínima (Hoffman et al., 2011).

Según la circulación del agua se pueden tener los humedales subsuperficial de flujo horizontal y de flujo vertical, desarrollándose en la investigación el humedal artificial subsuperficial de flujo horizontal.

Figura 1

Humedal artificial



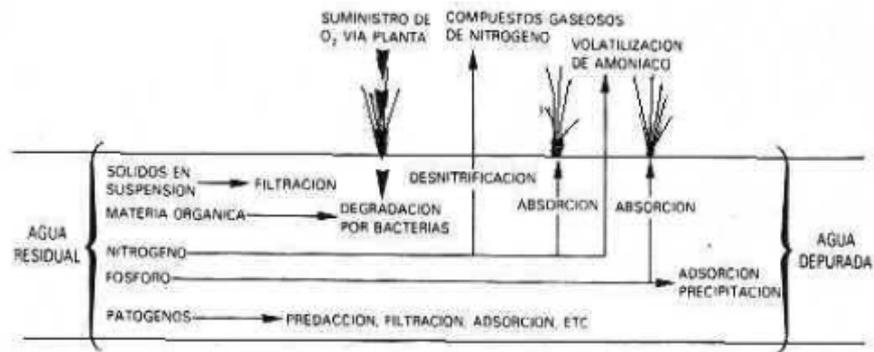
Nota: UNI-Posgrado, 2020

En estos humedales el agua circula a través del medio granular y se encuentra en contacto directo con las raíces y los rizomas de las plantas, tienen profundidades entre 0,3 a 0,9 metros, funcionan permanentemente inundados y el agua se encuentra por debajo de la superficie; así mismo se tiene una biopelícula el cual crece adherida en el medio granular, en los rizomas y las raíces de la planta; y estos tienen un papel importante en el tratamiento del agua (García, Corzo, 2008).

A continuación, se muestra los principales procesos que permiten la depuración del agua residual.

Figura 2

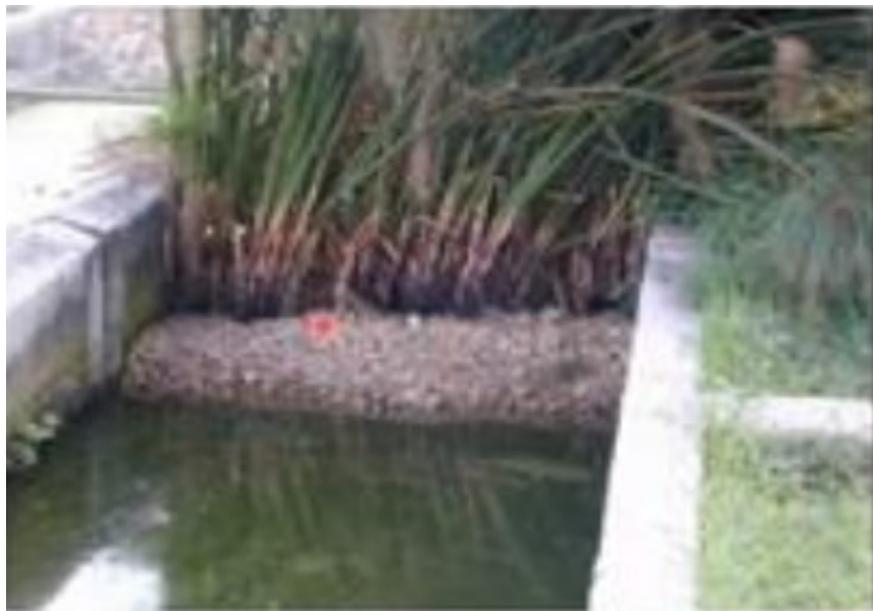
Proceso de Depuración del Humedal Artificial



Nota: Lara borrero, 1999

Figura 3

Sección Transversal de Humedal Artificial Subsuperficial



Nota: Diana Alexandra Zambrano, 2020

2.2.6 COMPONENTES DE UN HUMEDAL ARTIFICIAL

Está conformado por agua, un sustrato y plantas emergentes, siendo estos componentes los que se pueden manipular al criterio del investigador, así mismo dentro del humedal se tienen otros componentes que son importantes los cuales se desarrollan de manera natural siendo estos los microorganismos e invertebrados acuáticos (Lara, 1999).

Agua

Es derivado o provienen de las viviendas, instituciones, edificios comerciales y similares, los cuales no se encuentran mezclados con las aguas superficiales o aguas de lluvia (Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento, 2021).

De forma natural si se cuenta con una capa de suelo impermeable y sobre esta se tiene una acumulación de agua y presencia de vegetación emergente es probable que se podría formar un humedal; así mismo estas condiciones naturales se pueden replicar en cualquier lugar para construir un humedal modificando la superficie del suelo a fin de permitir que el agua residual pueda circular por el medio granular además que el agua entre en contacto directo con los rizomas y raíces de las plantas, a fin que se inicie con el tratamiento.

Substratos.

Estos se conforman con el suelo, grava, la arena y material orgánico; estos son importantes debido a: que soportan a los organismos vivientes del humedal, el substrato afecta a la permeabilidad y con ello al movimiento del agua en el medio filtrante del humedal, las transformaciones biológicas (sobre todo microbianas) y químicas se producen en el sustrato (Lara, 1999).

El conjunto constituido por las plantas, biopelícula y medio granular es considerado la parte principal del humedal, ya que aquí ocurren los diferentes procesos siendo estos la retención y sedimentación del material en suspensión, la transformación y asimilación de nutrientes, degradación del materia orgánica y lograr inactivar microorganismos patógenos, este medio debería ser capaz de mantener su forma, así como permitir que las plantas se desarrollen bien al igual que la biopelícula, se tienen que diámetros del material granular de 5 a 8 mm dan buenos resultados. La conductividad hidráulica es una de sus características importantes, ya que de esto dependen la cantidad de agua que circula a través de este (García y Corzo, 2008).

PLANTAS

El beneficio que proporcionan las plantas es la transferencia de oxígeno a la raíz esto permite sobrevivir en condiciones inundadas; en humedales de flujo subsuperficial su utilización permite penetrar en el sustrato y transportar el oxígeno hasta una mayor profundidad siendo esta mayor a que se tendría la difusión del oxígeno por sí sola; así mismo lo importante es que las hojas, tallos muertos del interior se degradan y sirven como sustrato para el crecimiento de las películas microbianas quienes son las responsables de la mayor parte del tratamiento que ocurre en los humedales; estos contribuye de diversas maneras: estabilizan el sustrato y canalizar el flujo de agua, reducen las velocidades del agua y sedimentan los materiales suspendidos, toman los nutrientes, carbono y elementos de traza para incorporarlos al tejido de la planta, permiten el intercambio de gases entre la atmosfera y sedimentos, oxigena los espacios dentro del sustrato debido a la liberación de oxígeno de la estructura subsuperficial de la planta, su tallo así como su raíz sirven para fijar los microorganismos; las plantas emergentes que frecuentemente se tienen en los humedales para agua residual son espadañas, juncos, carrizos entre otros (Lara, 1999).

Las plantas contribuyen en el proceso de tratamiento ya que las raíces mantienen la conductividad hidráulica en el sustrato de grava o arena, la planta ayuda en el desarrollo y crecimiento de los microorganismos y colonias de bacterias que se encuentran adheridos en las raíces y superficie del estrato, parte del oxígeno que las plantas transportan a las raíces están disponibles para los procesos microbianos, aunque hasta la fecha no se tiene exacto en porcentaje de contribución (Hoffman et al., 2011).

Existen plantas adaptadas y que viven en ambientes permanentemente inundados, que poseen espacios vacíos en sus tejidos internos que les permite el intercambio de gases de las partes aéreas de las plantas hacia el interior o zonas subterráneas; así mismo cuentan los rizomas presentan una gran capacidad colonizadora; además en las raíces y rizomas se tiene una adecuada superficie que

permite la formación y el desarrollo de la biopelícula. En inmediaciones de las raíces se generan microambientes aeróbicos en la cual se generan los procesos microbianos como es la degradación aeróbica de la materia orgánica y la nitrificación, para lo cual se requiere el oxígeno que es transportado por las plantas; las plantas funcionan también como amortiguadoras de las variaciones ambientales evitando grandes gradientes de temperatura debido a que disminuyen la intensidad de la luz que incide sobre el medio granular y en los climas fríos la vegetación actúa como medio de protección contra la congelación (García y Corzo, 2008).

Las plantas acuáticas a diferencia de las terrestres tienen epidermis muy delgadas con la finalidad de disminuir la resistencia al paso de gases, agua y nutrientes; cuentan con unas redes de conductos huecos que permiten que se almacene y circula el oxígeno y esto facilita que cuando la planta tiene partes de sus órganos sobre la lámina de agua permite el paso de oxígeno del aire hacia las raíces y de ahí hacia la rizosfera, con lo cual actúa como mecanismo oxigenador del agua dentro del humedal (Fernández, de Miguel, de Miguel y Curt, 2019).

Para utilización o selección del tipo de plantas se debe tener en cuenta en usar especies locales es decir autóctonas ya que estos se adaptarán mejor a las condiciones climáticas del lugar, usando especies que crecen en los ríos o riachuelos debido que éstos se encuentran adaptados de crecer en agua saturada. Por lo que en la presente investigación se empleó la planta que crece en las zonas cercanas al proyecto como es el carrizo (*Phragmites Australis*).

Se tienen tres tipos de plantas acuáticas o macrófitas, siendo estas sumergidas, emergentes y flotantes. Siendo utilizados en el humedal de flujo subsuperficial las plantas emergentes.

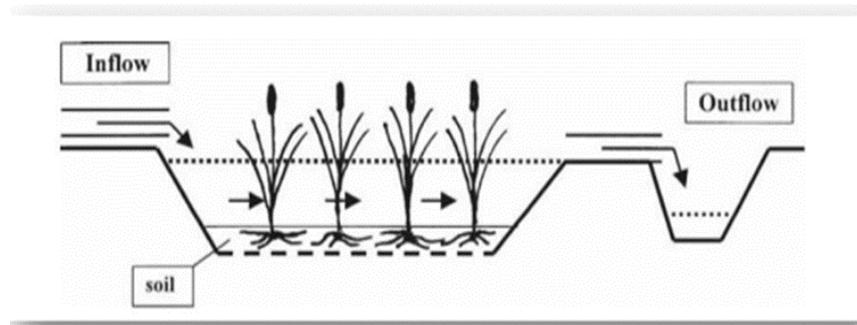
Plantas emergentes. Denominadas también anfibias, son plantas que poseen una parte de su estructura en el interior del agua y la otra parte en el exterior, son plantas enraizadas en el suelo sumergido o suelo encharcado así mismo una parte de su cuerpo vegetativo se encuentra por encima de la lámina de agua. Dentro de este grupo se encuentran especies como la *Phragmites australis*; tiene como función

primaria en los humedales artificiales de actuar como filtro y mejorar el proceso de floculación y sedimentación, así mismo sirve de soporte de microorganismos, oxigenar el agua circundante en la rizosfera, extraer nutrientes con lo cual disminuye la carga contaminante y aísla térmicamente el agua (Fernández et al., 2019).

La vegetación es importante en el funcionamiento del sistema, en la depuración actúa de forma activa en los procesos por ejemplo en el intercambio gaseoso enviando oxígeno desde el aire hacia las raíces en las zonas en contacto con el agua residual favoreciendo esto a la degradación de la materia orgánica por los microorganismos, y a la extracción de contaminantes ya que las macrofitas absorben los iones contaminantes nitratos y fosfatos principalmente; y también de forma pasiva retienen a los sólidos presentes y arrastrados en el agua residual, ayudan a reducir la velocidad del flujo del efluente lo cual permite que las partículas que se encuentran en suspensión se sedimenten además de producirse la floculación de las partículas en suspensión, y parte de las plantas actúan de soporte de microorganismos y crean ambientes adecuados para el desarrollo de estas, creando un área para la formación de la bio película que es donde crecerán las bacterias, algas microscópicas y protozoos (Fernández et al., 2019).

Figura 4

Esquema del Sistema con Macrofitas Emergentes



Nota: Vymazal (2007)

Carrizo (*Phragmites Australis*). Pertenece a la familia Poaceae, género Phragmites, el nombre del género proviene del griego phragma el cual significa cerca y australis adjetivo latín que significa del sur; conocido como carrizo, es una planta herbácea se desarrolla en humedales, en riberas de los ríos, riachuelos o estanques; tiene un sistema constituido por rizoma leñoso, largo y ramificado, y tallos flexibles de 2 a 6 metros de altura, por 2 centímetros de diámetro; crece densamente en lugares pantanosos o inundados y estanques; el cultivo controlado permite su uso ornamental, así como medioambiental para recuperar humedales, estabilizar ecosistemas y tratar aguas residuales (Vázquez, 2020)

La planta requiere suelos anegados a una profundidad promedio de 50 centímetros, así mismo tolera altos niveles de salinidad, crece en climas templados y tropical en todos los continentes, es una planta de fácil propagación y se adapta a diferentes condiciones (Vázquez, 2020).

Figura 5

Planta de Carrizo en el Humedal Artificial

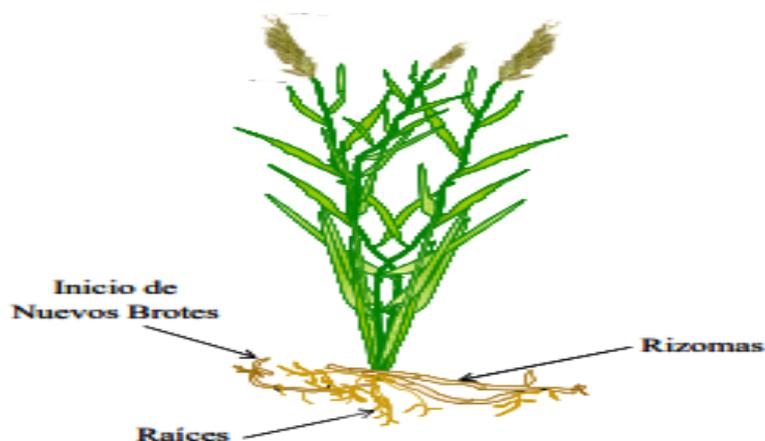


Se utilizaron carrizos en Europa y los sistemas donde se empleó el carrizo resultaron los más eficientes a comparación de otras especies, debido a que los rizomas penetran verticalmente y más profundos lo cual favorece a la transferencia de oxígeno; el carrizo es empleado en

humedales artificiales debido a que no se ven atacados por animales debido a su bajo valor alimenticio (Lara, 1999).

Figura 6

*Esquemático del Carrizo (*phragmites australis*)*



Nota: García y Corzo, 2008

Tabla 2

taxonomía del carrizo

TAXONOMIA	
Reino	Vegetal
División	Magnoliophyta
Subdivisión	Angiospermas
Clase	Liliopsida
Superorden	Poales
Orden	Poaceae
Familia	Arundinoideae
Genéro	Phragmites
	Phragmites
Especie	australis
Nombre	
Común	Carrizo

MICROORGANISMOS

Estos se encargan del tratamiento biológico. los microorganismos aerobios se desarrollan en el área donde predomina la liberación de oxígeno de la raíz de las plantas y en áreas donde se tienen la presencia de oxígeno que proviene de la atmosfera; y los microorganismos

anaerobios predominan en las demás áreas del lecho granular. Los microorganismos llevan los procesos de degradación de la materia orgánica, la desinfección, eliminan los nutrientes y los elementos de traza (Arias, 2004).

En la biopelícula de los humedales se tienen principalmente a bacterias, protozoarios, hongos y levaduras; y debido a la actividad microbiana las sustancias inorgánicas y orgánicas se transforman en sustancias insolubles e inocuas; así mismo gracias a la actividad biológica las sustancias contaminantes se convierten en gases los cuales posteriormente son liberados a la atmosfera (Lara, 1999).

2.2.7 MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL

LEY N° 28611 (LEY GENERAL DEL AMBIENTE).

ARTICULO I.- DEL DERECHO Y DEBER FUNDAMENTAL.

Toda persona tiene el derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida; y el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes, asegurando particularmente la salud de las personas en forma individual y colectiva, la conservación de la diversidad biológica, el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y el desarrollo sostenible del país. (Ley N° 28611, 2005, p.1)

LEY N° 27972 (LEY ORGÁNICA DE MUNICIPALIDADES)

ARTICULO 80.- SANEAMIENTO, SALUBRIDAD Y SALUD.

“3. Funciones específicas exclusivas de las municipalidades distritales: 3.2 Regular y controlar el aseo, higiene y salubridad en los establecimientos comerciales, industriales, viviendas, escuelas, piscinas, playas y otros lugares públicos locales” (Ley N° 27972, 2003, p.19).

LIMITACIONES Y DISPOSITIVOS AMBIENTALES.

D.S. N° 003-2010-MINAM. (L.M.P para los efluentes de las Plantas de Tratamiento de las Aguas Residuales Domésticas o Municipales).

Establece los valores de concentración para los parámetros microbiológico, físico y químico que caracteriza a una emisión, el cual de ser excedida puede causar daños a la salud humana y al ambiente; aquí

se presentan para los efluentes los valores de los límites máximos permisibles y cuyo cumplimiento es de carácter obligatorio exigidos por el MINAM y los organismos del sistema de gestión ambiental. A continuación, se presentan los LMP para los efluentes.

Tabla 3
límites máximo permisible

PARAMETRO	UMIDAD	LMP DE EFLUENTES PARA VERTIDOS A CUERPOS DE AGUA
Aceites y grasas	mg/L	20
Coliformes termotolerantes	NMP/100mL	10.000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	100
Demanda Química de Oxígeno (DO)	mg/L	200
Potencial de Hidrogeno (Ph)	UNIDAD	6.5-8.5
Solidos Totales	MI/L	150
temperatura	°C	<35

Nota: Decreto Supremo 003-2010-MINAM

2.2.8 PARÁMETROS A ANALIZAR

Para verificar y determinar la calidad del agua se ha tenido en consideración el D.S N°003-2010-MINAM, en la cual se aprueba y establece los Límites Máximos Permisibles que deben tener los efluentes provenientes de las plantas de tratamiento de las aguas residuales domesticas o municipales, siendo estos los parámetros microbiológico, físico y químico.

2.2.8.1 PARÁMETRO FÍSICO.

Solidos Totales en Suspensión. Se refiere a los materiales particulados los cuales se mantienen en suspensión dentro de una corriente de agua superficial o residual, considerándose a la cantidad de material retenido en el filtro de fibra de vidrio cuyo

tamaño nominal del poro es 0,45 micras; se determina mediante método gravimétrico, tiene como unidad de medida miligramo por litro (mg/l), estos representan las características instantáneas del cuerpo de agua de donde se tomó la muestra, esto permite determinar la calidad de agua (Comunidad Andina, 2005).

Temperatura. Parámetro importante debido al efecto en las reacciones químicas y actividad bacteria, así como en la concentración de oxígeno disuelto y vida acuática de las fuentes receptoras; generalmente el agua de suministro tiene una temperatura más baja que las aguas residuales y está influenciado por las temperaturas y condiciones climáticas propio del lugar (Metcalf y Eddy, 1985).

La temperatura adecuada requerido en el tratamiento biológico posiblemente esta entre 25°C a 35°C; a temperaturas cálidas la actividad en el tratamiento biológico se acelera el mismo que disminuye cuando se tiene una temperatura más baja; y cuando se tienen temperaturas extremas ya sean frías o calientes estas podrían obstaculizar el tratamiento (Saavedra, 2017).

PARÁMETROS QUÍMICOS.

Aceites y grasas. Corresponden a compuestos orgánicos los cuales están constituidos por ácidos grasos que tienen origen vegetal y animal, así mismo por hidrocarburos del petróleo. Tienen como característica, una baja densidad, insolubilidad en el agua y una reducida o casi nula biodegradabilidad; en consecuencia, en el caso que no se llegan a controlar, se forman natas en la superficie del agua debido a la acumulación de los aceites y grasas en el agua. El efecto que tienen en las aguas naturales o en el sistema de tratamiento del agua residual es que no permite el paso de oxígeno al agua y tampoco permite la salida del CO₂ hacia la atmosfera estos podrían producir la acidificación del agua, se mide en mg/L (Toapanta y Chang, 2009).

Demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅). se determinó que existe una relación entre el grado de contaminación del agua y la concentración del oxígeno disuelto; es decir que, a una cantidad mayor de la materia orgánica existente en la muestra del agua, los microorganismos requieren mayor cantidad de oxígeno para degradar la materia orgánica. Por tanto, se denomina demanda bioquímica de oxígeno (DBO) a la cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos para oxidar residuos orgánicos de modo aerobio. En condiciones aeróbicas la actividad biológica es producida por los microorganismos teniendo como resultado la pérdida de las propiedades contaminantes de la materia orgánica. El DBO es determinado a 20°C en un tiempo de 5 días, el cual se expresa en mg/L de ahí la denominación DBO₅. Este parámetro es uno de los indicadores para la medir la contaminación del agua residual. Las bacterias aerobias necesitan oxígeno para degradar la materia orgánica presente en el agua residual por lo que la cantidad de oxígeno consumido es medido mediante la diferencia del oxígeno al principio de la prueba y el oxígeno al final de la prueba (Ruiz y Rafo, 2014).

Demanda química de oxígeno (DQO). Se define como aquella cantidad de oxígeno requerido para que la materia orgánica que se encuentra presente en el cuerpo del agua se oxide, la oxidación se lleva a cabo a través de un agente químico fuerte, y se transforma a dióxido de carbono (CO₂) más agua; para esto lo que se realiza es someter a la materia orgánica a un agente oxidante fuerte que puede ser el ácido sulfúrico en presencia del catalizador se acelera la reacción, lo que se hace es que toda esa materia orgánica presente en el agua residual se transforma en CO₂, en agua y en otros compuestos inorgánicos; generalmente mediante la acción de agentes oxidantes fuertes todos los compuestos orgánicos con algunas excepciones pueden ser oxidados a dióxido de carbono (CO₂) y agua (Ingenia UdeA, 2019).

Esta prueba tiene ciertas limitaciones ya que a través de la prueba DQO no se puede diferenciar entre la materia orgánica que es biológicamente degradable es decir lo que pueden degradar las bacterias y la que no es biodegradable, es por eso que la DQO se complementa con la prueba de la DBO₅, la principal ventaja es que es una prueba sencilla y que requiere poco tiempo para su cuantificación lo cual se puede lograr aproximadamente en tres horas, en vez de cinco días necesarios para la medición de la DBO₅ (Ingenia UdeA, 2019).

su importancia en la ingeniería radica en que es utilizado para medir la concentración de la materia orgánica en el agua residual domestica así como industrial (con referente a la prueba, este no cuantifica estrictamente la cantidad de materia orgánica que hay sino la demanda de oxigeno que hace esa materia orgánica), así mismo es importante para determinar la eficiencia en plantas de tratamiento de aguas residuales es decir haciendo mediciones en los afluentes y los efluentes para determinar el valor del porcentaje de remoción, ya que con el uso de las plantas de tratamiento del agua residual lo que se busca es remover la materia orgánica (Ingenia UdeA, 2019).

Potencial de hidrogeno (pH). La importancia de este parámetro se debe a que los organismos vivos tienen sensibilidad a la concentración del ión hidrogeno, ya que son difícil de tratar biológicamente las aguas alcalinas y son fatales para los microorganismos; siendo generalmente el valor del Ph que se encuentra entre 6,5 a 8,5 el adecuado para los diferentes procesos del tratamiento del agua residual y la existencia de la vida biológica (Romero, 1999a).

Es la concentración del ión de hidrogeno (H⁺) en el agua, se emplea para expresar la condición de una solución es decir si es acida o alcalina; cuando pH < 7 la solución es acida, y cuando pH > 7 básica o alcalina (Romero, 1999b).

PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS.

Coliformes termotolerantes. Denominados también coliformes fecales, siendo estos aquellos que fermentan la lactosa entre 44,5 °C a 45,5°C, más del 90% de los coliformes fecales son de escherichia coli, siendo el hallazgo de la escherichia coli en el agua un indicador de certeza de contaminación fecal en el agua (Solís, 2012).

2.3 DEFINICIONES CONCEPTUALES

AGUA RESIDUAL

Comprenden las aguas que fue utilizada por una población o industrias el cual tiene material inorgánico y orgánico ya sea disuelto o en suspensión (Reglamento Nacional de Edificaciones - Norma OS. 090, 2006).

EFLUENTE

Líquido que sale de un proceso de tratamiento (Reglamento Nacional de Edificaciones - Norma OS. 090, 2006).

HUMEDAL ARTIFICIAL

Es un sistemas diseñado y construido para tratar el agua bajo diferentes condiciones operativas, para aprovechar los procesos naturales de la interacción entre la vegetación, suelos y microorganismos a fin de reducir los contaminantes y mejorar su calidad del agua (Proyecto Humedales Rio Cruces, 2021).

PLANTAS ACUÁTICAS

Son aquellas que viven en los ambientes de agua dulce y ambientes marinos, en suelos saturado de agua o cubiertos de agua, habitan en las riveras de los cuerpos de agua; estos pueden estar totalmente sumergidos, flotando, o arraigadas sobre suelos inundados, siendo su clasificación en emergentes, arraigadas con hojas flotantes, sumergidas y flotantes libres (Editorial Grudemi, 2022).

BIORREMEDIACIÓN

Concepto generado a partir de los años 80, se refiere al proceso en el cual se emplea organismos vivos: microorganismos, hongos y plantas con la finalidad de regresar a las condiciones previa a su contaminación un medio

alterado por algún tipo de contaminante, siendo aplicable a suelos y aguas contaminadas (Universidad Abierta y a distancia de México, 2014).

2.4 HIPÓTESIS

2.4.1 HIPÓTESIS GENERAL

Ha: El humedal artificial de flujo subsuperficial con plantas acuáticas (*Phragmites australis*) tiene efecto en la biorremediación de aguas residuales en las instituciones educativas del distrito de Amarilis-Huánuco.

Ho: El humedal artificial de flujo subsuperficial con plantas acuáticas (*Phragmites australis*) no tiene efecto en la biorremediación de aguas residuales en las instituciones educativas del distrito de Amarilis-Huánuco.

2.4.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICOS

a. Ha: El humedal artificial de flujo subsuperficial con planta acuáticas (*Phragmites australis*) tiene efecto en los parámetros físicos.

Ho: El humedal artificial de flujo subsuperficial con planta acuáticas (*Phragmites australis*) no tiene efecto en los parámetros físicos.

b. Ha: El humedal artificial de flujo subsuperficial con plantas acuáticas (*Phragmites australis*) tiene efecto en los parámetros químicos.

Ho: El humedal artificial de flujo subsuperficial con plantas acuáticas (*Phragmites australis*) no tiene efecto en los parámetros químicos.

c. Ha: El humedal artificial de flujo subsuperficial con plantas acuáticas (*Phragmites australis*) tiene efecto en los parámetros microbiológicos.

Ho: El humedal artificial de flujo subsuperficial con plantas acuáticas (*Phragmites australis*) no tiene efecto en los parámetros microbiológicos.

2.5 VARIABLE

2.5.1 VARIABLE INDEPENDIENTE

Humedal artificial de flujo subsuperficial con plantas acuáticas (*Phragmites australis*).

2.5.2 VARIABLE DEPENDIENTE

Biorremediación de aguas residuales.

2.6 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 4

Operacionalización de variables

Variable independiente	Definiciones conceptuales	Definiciones operacionales	Dimensiones	Indicador	Valor final	Tipo de variable	
Humedal artificial de flujo subsuperficial con plantas acuáticas	Los humedales artificiales son filtros biológicos(biofiltros) de grava o piedra volcánica, sembrados de pantano, a través de la cuales circulan las aguas residuales pretratadas, mediante un flujo horizontal o vertical (ministerio del ambiente 2009)	Los humedales artificiales son creados por el hombre para dar un tratamiento en menor tiempo a las aguas residuales en las instituciones educativas del distrito de amarilis		Carrizo (phragmites australis)	Und/m2	Variable discreta	
Variable dependiente				Indicador	Valor final	Tipo de variable	
Biorremediación de aguas residuales	La biorremediación ha demostrado ser una alternativa para establecer nuevos sistemas de depuración de aguas residuales y optimizar los sistemas convencionales existentes. (Ome y Zafra, 2018)	La biorremediación un sistema eficiente en la remoción y depuración de los microorganismos en las aguas contenidas por el hombre		Parámetro físico	- Sólidos totales en suspensión	ML/L	Variable continua
				Parámetros químicos	- Temperatura	°C < 35	
					- Aceites y grasa	Mg/L	
					- Demanda bioquímica de oxígeno	Mg/L	
				Parámetros Microbiológico	- Demanda química de oxígeno	Mg/L	
- pH	Unidad						
				- Coliformes termo tolerantes	NMO/100, ml		

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

De acuerdo a la intervención del investigador, la investigación es experimental, el cual se sustenta en supo (2014) que refiere que estos son estudios que plantean una relación de causa efecto.

De acuerdo a la planificación de la medición de la variable de estudio, la investigación es prospectivo, el cual se sustenta en supo (2014) quien refiere que en la investigación prospectivo el investigador administra sus propias mediciones y recolecta la medición en las que él tuvo participación (datos primarios).

De acuerdo al número de mediciones de la variable de estudio, la investigación es Longitudinal, sustentado en supo (2014) en la que refiere que es longitudinal cuando la variable de estudio es medida de 2 o más veces, esto se trata de estudios de seguimiento y las comparaciones se realizan entre las medidas realizadas, es decir muestras relacionadas.

De acuerdo al número de variables de interés, la investigación es Analítico, porque se cuenta con más de una variable y se pondrá a prueba las hipótesis, el cual se sustenta en Supo (2014) quien refiere que aquí se plantean y ponen a prueba las hipótesis, y que su nivel básico propone la asociación entre factores.

3.1.1 ENFOQUE

De acuerdo a supo (2014) se tiene un enfoque cuantitativo, por que emplea la recolección de los datos para poder probar las hipótesis para lo cual se basa en la medición numérica y en el análisis estadístico, con lo cual se establece patrones de comportamiento y se puede probar las teorías.

3.1.2 ALCANCE O NIVEL

Nivel experimental, el cual se sustenta en supo (2014) quien refiere en el nivel experimental se manipulará a la variable independiente buscando optimizar los resultados en la población de estudio.

3.1.3 DISEÑO

De acuerdo a supo (2014) el diseño de la investigación es Experimental, debido a que en la investigación se tendrá que manipular de manera intencional la variable considerada independiente, con la finalidad de evaluar el impacto que genera la manipulación de la variable independiente en la variable dependiente. A continuación, se presenta un esquema que ilustra el diseño de la investigación.

GC -----O₁
GE ----- X-----O₂

GC: Grupo Control

GE: Grupo Experimental

O₁, O₂: mediciones de cada grupo

X: variable experimental

Diseño del humedal artificial de flujo subsuperficial en la I.E. N°32678 de Chicchuy y I.E. N°33313 de Rosapampa ambos colegios pertenecientes a Amarilis – Huánuco

Tabla 5

Diseño del H. A del colegio de Chicchuy

HUMEDAL ARTIFICIAL -I.E. N°32678 DE CHICCHUY					
Etapa	Parámetros	Descripción	Cantidad	Unidad	Comentarios
CAUDAL DE DISEÑO	Caudal del Ptar		0.014	L/s	
	Número de Unidades		2		
	q ptar unidad		0.0070	L/s	
	Q desagüe Por Unidad		0.60	m3/d	
TANQUE SEPTICO	DBO afluente=		300.00	mg/L	
	Eficiencia =		20%		
	DBO efluente=		240.00	mg/L	
DISEÑO DE HUMEDALES SUB SUPERFICIALES DE FLUJO HORIZONTAL	Temperatura considerada =		20.00	°C	
	K20 =		1.04	d ⁻¹	
	Θ =		1.06		
	n =	Porosidad	45%		
	h =		0.50	m	La altura efectiva es 0.5m
	DBO afluente =		240.00		
	Eficiencia =		97.00%		
	DBO efluente=		7.20		
	L/A		9.06		
	Ks =	Conductividad hidraulica	10000.00	m3/m2/d	
K12 =		1.04	d ⁻¹		

Nota: Expediente técnico

Tabla 6

Diseño del H.A del colegio de Rosapampa

HUMEDAL ARTIFICIAL - I.E.N°33313 DE ROSAPAMPA					
Etapas	Parámetros	Descripción	Cantidad	Unidad	Comentarios
CAUDAL DE DISEÑO	Caudal del Ptar		0.014	L/s	
	Número de Unidades		2		
	q ptar unidad		0.0070	L/s	
	Q desagüe Por Unidad		0.60	m ³ /d	
TANQUE SEPTICO	DBO afluente=		300.00	mg/L	
	Eficiencia =		20%		
	DBO efluente=		240.00	mg/L	
DISEÑO DE HUMEDALES SUB SUPERFICIALES DE FLUJO HORIZONTAL	Temperatura considerada =		20.00	°C	
	K20 =		1.04	d ⁻¹	
	Θ =		1.06		
	n =	Porosidad	45%		
	h =		0.50	m	La altura efectiva es 0.5m
	DBO afluente =		240.00		
	Eficiencia =		97.00%		
DBO efluente=		7.20			
L/A		9.06			

Nota: Expediente técnico

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1 POBLACIÓN

Conformado por el agua residual domestica del tratamiento primario de la Institución Educativa N°33313 de Rosapampa e Institución Educativa N°32678 de Chicchuy, del distrito de Amarilis-Huánuco

Coordenadas UTM, WGS-84, Institución Educativa N°33313 de Rosapampa.

	NORTE (m)	ESTE(m)
COORDENADAS UTM	8896047.17	367397.23

Altitud:2412.68 m.s.n.m

Coordenadas UTM, WGS-84, Institución Educativa N°32678 de Chicchuy

	NORTE (m)	ESTE(m)
COORDENADAS UTM	8897200	368100

Altitud: 2556 m.s.n.m

3.2.2 MUESTRA

Es el volumen (1 litro) del agua residual domestica tomado en el afluente y en el efluente de los humedales artificiales.

3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Técnicas bibliográficas: Fichajes y Análisis de contenido

Instrumentos bibliográficos: ficha de registro (elaboración de las referencias bibliográficas) y las fichas de contenidos.

Técnicas de campo: observación

Instrumentos de campo: libreta de campo o cadena de custodia para las muestras de agua, fichas o formatos de ensayos de cada parámetro propios y utilizados por el laboratorio.

3.3.1 PARA LA RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA DE AGUA

Para la toma de muestras en la recolección de datos primero se recurrió a la técnica del análisis de contenido con lo cual se ha tenido en cuenta con los protocolos a seguir para la recolección de las muestras de agua en el afluente y en el efluente; posteriormente se empleó la técnica de campo observación y se tuvo como instrumento de campo la ficha o formato de la cadena de custodia que es indispensable en la toma de la muestra de agua, el cual se utilizó por cada vez que se realizó la recolección de la muestra del agua y en los puntos establecidos para el monitoreo.

La recolección de datos se realizó por el periodo de un mes tomando el muestreo dos veces por semana a fin de evaluar la efectividad del H.A en el tratamiento de las aguas residuales con el uso de las plantas acuáticas.

Las muestras se tomaron del agua residual posterior al tratamiento primario con tanque séptico, el cual vendría a ser el afluente, así mismo se tomó la muestra del agua posterior a la aplicación del tratamiento con el humedal artificial de flujo subsuperficial siendo este punto a la salida del humedal, al cual se denominó efluente.

Por cada institución educativa se tuvo 7 muestras del afluente y 7 muestras del efluente siendo un total de 28 muestras, tomados en los meses de junio y julio de 2022, por cada muestra tomada se analizaron cada parámetro requerido para la investigación que son los parámetros químicos, microbiológicos y físicos.

Procedimiento para la toma de muestras. Para la toma de muestra; se consideró en la entrada y salida del humedal artificial; para el muestreo se hizo uso de una botella de PVC, previamente esterilizado, se realizó el llenado al recipiente de 1 litro dejando un vacío de 1/3 y luego se procedió al tapado para a si no contaminarla muestra.

Etiquetado de la muestra. Después del previo tapado de la muestra se realizó el correspondiente etiquetado donde se consideró:

Lugar y fecha de la toma de muestra, numeración de la muestra y tipo de análisis

Después del respectivo etiquetado de las muestras se colocó en un cooler para mantener aislado del medio ambiente y a si no contaminar la muestra, se hizo el traslado al laboratorio con cuidado para así posteriormente realizar su respectivo análisis, el cual se realizó en el laboratorio especializado.

A continuación, se muestra el esquema de los puntos de toma de muestras en ambos centros educativos.

Figura 7

Esquema del Humedal Artificial y Puntos de Toma de Muestra en la I.E N° 32678 de Chicchuy

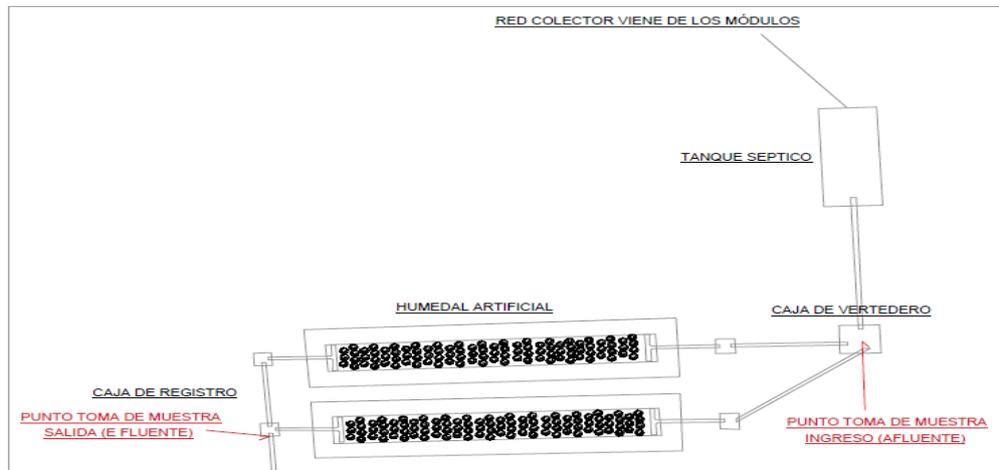
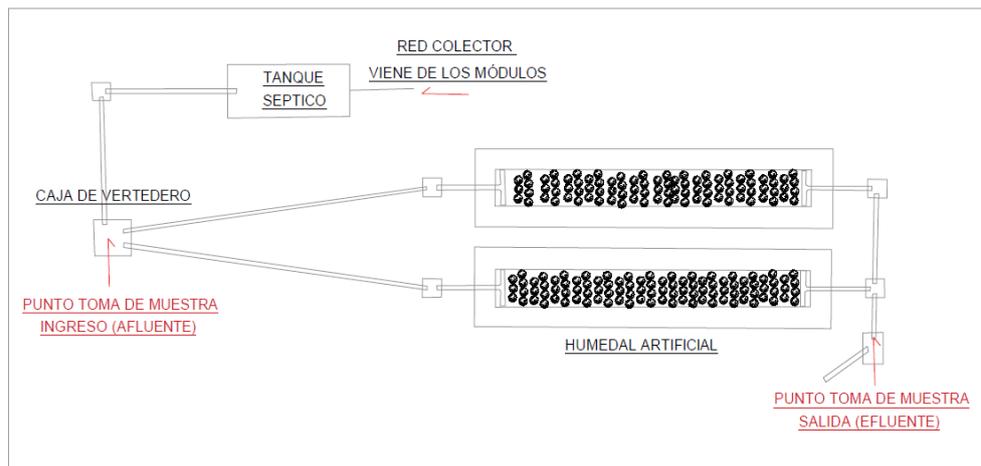


Figura 8

Esquema del Humedal Artificial y Punto de Toma de Muestra en la I.E N°33313 de Rosapampa



3.4 Técnicas Para el Procesamiento y Análisis de la Información

La recolección de los datos se realizó mediante las técnicas e instrumentos antes mencionados el cual se realizó por el periodo de un mes tomando las muestras dos veces por semana, y posteriormente se prosiguió a sistematizar la información obtenida para el procesamiento y análisis de la información.

3.4.1 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS

Para analizar e interpretar los resultados de las tomas de muestra se huso del Software Excel office 2017, así como para la generación de las barras estadísticas; así mismo se realizó el método de T Student, con grado de significancia del 0,05 (95%) los cálculos se realizaron con el programa SPSS versión 25.

Para comprobar las hipótesis se empleó el análisis estadístico, la técnica estadística empleado fue la prueba estadística de T Student y para la prueba de normalidad se utilizó la prueba de Shapiro Wilk, como instrumento se utilizó el programa SPSS versión 25.

Por cada institución educativa se tuvo 7 muestras del afluente y 7 muestras del efluente siendo un total de 28 muestras, tomados en los meses de junio y julio de 2022, por cada muestras tomada se analizaron cada parámetro requerido para la investigación que son los parámetros químicos, microbiológicos y físicos, estos datos fueron analizados e interpretados con la ayuda de tablas y gráficos, y estos se realizaron en función a los objetivos planteados en el trabajo de investigación; para luego ser contrastados con los antecedentes.

3.4.2 PRESENTACIÓN DE DATOS

La técnica empleada fue mediante la tabulación de los resultados obtenidos además de la organización visual el cual está basado en la presentación de los resultados mediante el uso de tablas y gráficos para

una mayor comprensión. Para lo cual se utilizó como instrumento el software Excel y SPSS versión 25.

CAPITULO IV RESULTADOS

4.1 PROCESAMIENTO DE DATOS

4.1.1 RESULTADO DE LOS PARÁMETROS EVALUADOS AL INGRESO Y DESPUÉS DEL TRATAMIENTO (SALIDA) DE LA I.E NO 32678 DE CHICCHUY

PARÁMETRO MICROBIOLÓGICO. COLIFORMES TERMOTOLERANTES.

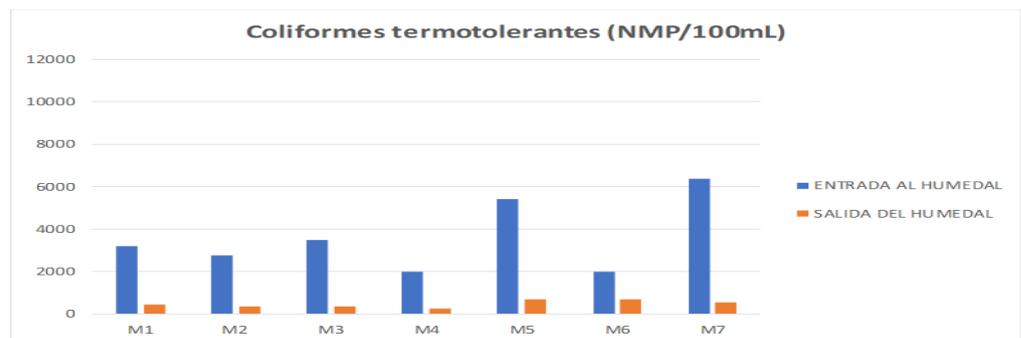
Tabla 7

Coliformes termotolerantes (Chicchuy)

Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)				
	fecha	ingreso	salida	D.S.003- 2010- MINAM
M1	14/06/2022	3200	450	
M2	16/06/2022	2750	350	
M3	21/06/2022	3471	341	
M4	23/06/2022	1987	234	10000
M5	29/06/2022	5420	678	
M6	05/07/2022	1987	687	
M7	07/07/2022	6385	540	
	total	25200	3280	
	promedio	3600	468.57	

Figura 9

Comportamiento del Parámetro Coliforme Termotolerante Durante el Periodo de Toma de Muestra



En la tabla 7 y figura 9; se muestran los valores obtenidos para el parámetro coliforme termotolerante para cada muestra tomada tanto del ingreso (afluente) y salida (efluente); se puede observar que los valores obtenidos al ingreso (afluente) son mucho mayores a los valores obtenidos en la salida (agua del efluente después del tratamiento con el H.A), en la entrada se ha obteniendo un valor promedio de 3600 NMP/100mL y en la salida 468.57 NMP/100mL. Demostrando que con el tratamiento realizado se logra en promedio un 86,98% de remoción para el parámetro coliforme termotolerante, alcanzando un valor máximo en el efluente (salida) de 678 NMP/100mL y un valor mínimo en el efluente (salida) de 234 NMP/100mL. Siendo el valor obtenido en el efluente menor al LMP (10000 NMP/100ml), por lo tanto, se cumple con la normativa del D.S.003-2010-MINAM.

En la figura 10 se observan algunos picos alto pudiendo deberse a las festividades que organiza el colegio, la aglomeración de más persona en el uso de los servicios básicos genera más ingreso de agua residual a los humedales artificiales.

Análisis del Parámetro Físico.

Temperatura.

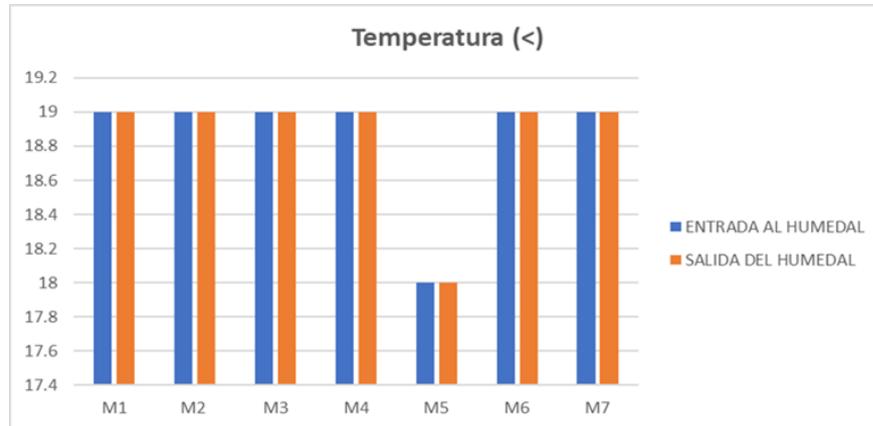
Tabla 8

Análisis de temperatura (Chicchuy)

	Fecha	Temperatura (<)		D.S.003- 2010- MINAM
		ingreso	salida	
M1	14/06/2022	19	19	
M2	16/06/2022	19	19	
M3	21/06/2022	19	19	
M4	23/06/2022	19	19	35
M5	29/06/2022	18	18	
M6	05/07/2022	19	19	
M7	07/07/2022	19	19	
	total	132	132	
	promedio	18.86	18.86	

Figura 10

Comportamiento del Parámetro Temperatura Durante el Periodo de Toma de Muestra



La tabla 8 y figura 10; muestran los valores obtenidos para el parámetro temperatura para cada muestra tomada, se puede observar que los valores obtenidos ya sea al ingreso (afluente) o en la salida (efluente) se tiene valores casi constantes en la mayor parte de las fechas tomadas, siendo este valor entre 18°C y 19°C; siendo este un indicador que el humedal artificial no influye directamente en el parámetro de la temperatura del agua residual; se tiene un promedio de temperatura tanto en el afluente como en el efluente de 18,86°C, teniendo un solo valor mínimo de 18°C registrado en una sola muestra en el resto de las muestras se tiene 19°C, las temperaturas registradas en la investigación es menor al LMP del D.D.003-2010-MINAM que considera como valor máximo de 35°C, con lo cual se está cumpliendo con la normativa; la temperatura registrada se ve influenciada por las condiciones climatológicas del lugar, siendo estos valores registrados de la temperatura en el agua residual adecuado para el proceso biológico ya sea aerobio o anaerobio lo que permita el crecimiento de los microorganismos encargados de degradar la materia orgánica presente en el agua. No se aprecia una diferencia significativa en la temperatura para el periodo de la toma de las muestras que fue entre junio y julio de 2022 en ambos meses fluctúan en 19°C.

Solidos Totales en Suspensión.

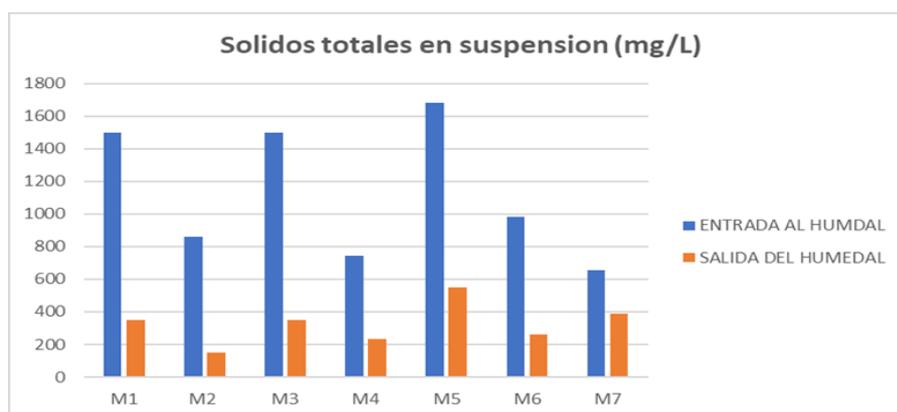
Tabla 9

Análisis de STS (Chicchuy)

Solidos totales en suspensión (mg/L)				D.S.003- 2010- MINAM
Fecha	ingreso	salida		
M1	14/06/2022	1500	350	
M2	16/06/2022	860	150	
M3	21/06/2022	1500	350	
M4	23/06/2022	741	231	150
M5	29/06/2022	1680	547	
M6	05/07/2022	980	260	
M7	07/07/2022	654	387	
total		7915	2275	
promedio		1130.71	325.00	

Figura 11

Comportamiento del Parámetro Solidos Totales en Suspensión Durante el Periodo de Toma de Muestra



En la tabla 09; se muestran los valores obtenidos para el parámetro solidos totales en suspensión para cada muestra tomada tanto del ingreso (afluente) y la salida (efluente); se puede observar que los valores obtenidos al ingreso (afluente) resultaron mayor a los valores obtenidos en la salida (agua del efluente después del

tratamiento con el H.A) en la entrada se ha obtenido un valor promedio de 1130,71 mg/L y en la salida 325 mg/L. demostrando que con el tratamiento realizado se logra en promedio un 71,26 % de remoción para el parámetro sólidos totales en suspensión, alcanzando un valor máximo en el efluente (salida) de 547 mg/L y un valor mínimo en el efluente (salida) de 150mg/L. los valores obtenidos en el efluente resultan igual o mayor al LMP (150 mg/L) por lo que a pesar de tener un alto valor de remoción 71,26% todavía no se está cumpliendo con normativa del D.S.003-2010-MINAM, por lo que se requiere mejorar el tratamiento.

En la figura 11 se observan un comportamiento variable en los valores de la entrada al humedal artificial, en la muestra 5 se observa el pico más alto y en la salida del humedal artificial se puede observar una tendencia casi más uniforme. No se aprecia una diferencia significativa en el tratamiento que este influenciado por los meses de la toma de muestra que fue entre junio y julio de 2022.

ANÁLISIS DEL PARÁMETRO QUÍMICO. POTENCIAL DE HIDROGENO (PH).

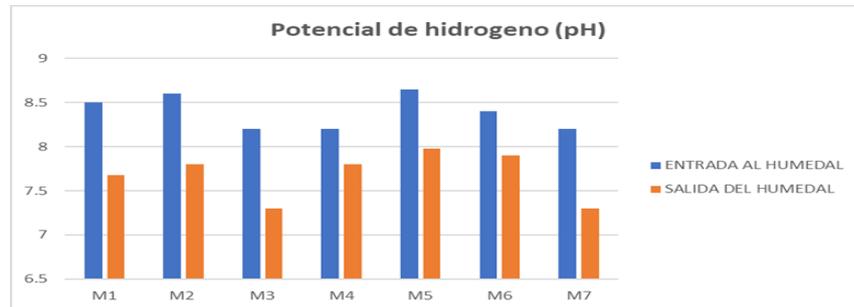
Tabla 10

Análisis del pH (Chicchuy)

Potencial de hidrogeno (pH)				D.S.003- 2010- MINAM
fecha	ingreso	salida		
M1	14/06/2022	8.5	7.68	
M2	16/06/2022	8.6	7.8	
M3	21/06/2022	8.2	7.3	
M4	23/06/2022	8.2	7.8	6.5 -8.5
M5	29/06/2022	8.65	7.98	
M6	05/07/2022	8.4	7.9	
M7	07/07/2022	8.2	7.3	
total		58.75	53.76	
promedio		8.39	7.68	

Figura 12

Comportamiento del parámetro Potencial de Hidrógeno (pH) Durante el Periodo de Toma de Muestra



En la tabla 10 y figura 12; se muestran los valores obtenidos para el parámetro Ph para cada muestra tomada tanto al ingreso (afluente) y salida (efluente); se puede observar que los valores obtenidos al ingreso (afluente) son mayores a los valores obtenidos en la salida (agua del efluente después del tratamiento con el H.A) cuya tendencia se sigue en todas las muestras tomadas tal como se aprecia en la figura 13, en la entrada se ha obtenido un valor promedio de 8,39 observando así que al ingreso el agua se encuentra en el rango básico y en la salida se ha obtenido un pH de 7,68 estando en el rango neutral. Con el tratamiento se ha logrado una reducción en el valor del pH del 8,49%, por lo que el humedal tiene la capacidad de neutralizar el pH del agua residual al cambiar de un rango de pH básica a un rango neutral. Se tiene un valor máximo en el efluente (salida) de 7,98 y un valor mínimo del efluente (salida) de 7,3 en dos fechas. estando los valores obtenidos en el efluente dentro del rango del LMP (6,5 – 8,5); por lo tanto, se cumple con la normativa del D.S.003-2010-MINAM. No se aprecia una diferencia significativa en el tratamiento que este influenciado por los meses de la toma de muestra que fue entre junio y julio de 2022.

Aceites y grasas.

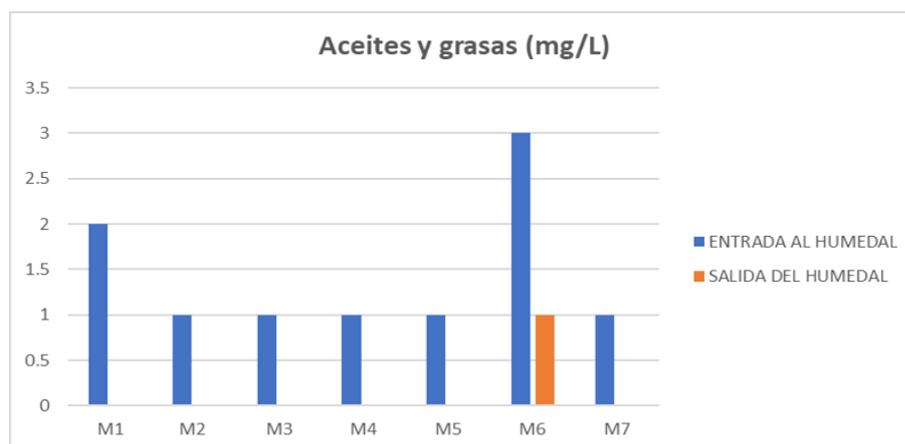
Tabla 11

Análisis de aceites y grasas (Chicchuy)

Aceites y grasas (mg/L)				D.S.003- 2010- MINAM
fecha	ingreso	salida		
M1	14/06/2022	2	0	
M2	16/06/2022	1	0	
M3	21/06/2022	1	0	
M4	23/06/2022	1	0	20
M5	29/06/2022	1	0	
M6	05/07/2022	3	1	
M7	07/07/2022	1	0	
total		10	1	
promedio		1.43	0.14	

Figura 13

Comportamiento del Parámetro Aceites y Grasas Durante el Periodo de Toma de Muestra



En la tabla 11 y figura 13; se muestran los valores obtenidos para el parámetro aceite y grasas para cada muestra tomada tanto al ingreso (afluente) y la salida (efluente); se puede observar que los valores obtenidos al ingreso resultan mayor al valor obtenido en la salida, llegando en la mayoría de las muestras a obtener un valor de cero en

la salida (agua del efluente después del tratamiento con el H.A). se ha podido determinar que para este caso la concentración de aceite y grasa en el agua residual es mínima teniendo un valor promedio al ingreso (afluente) de 1,43 mg/L y en la salida 0,14 mg/L, demostrando que el tratamiento logra en promedio un 90% de remoción para este parámetro, alcanzando un valor máximo en el efluente (salida) de 1 mg/L (en una sola muestra) y un valor mínimo del efluente (salida) de 0 mg/L (obtenido en la mayoría de las muestras). Los valores obtenidos en el efluente resultan menores al LMP (20 mg/L), Por lo tanto, se está cumpliendo con la normativa del D.S.003-2010-MINAM.

En la figura 14 se observa que la tendencia de la concentración de aceite y grasa en el afluente no es uniforme, se tiene en dos muestras de diferentes fechas valores altos a comparación de 4 muestras de diferentes fechas que muestran valores casi uniformes, en cuanto al efluente se observa en la mayoría de las muestras que no se tiene presencia de aceite y grasa en el agua lográndose remover en su totalidad. Así mismo se aprecia que la concentración de aceite y grasa en el afluente (entrada) es mínima.

DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (DBO₅).

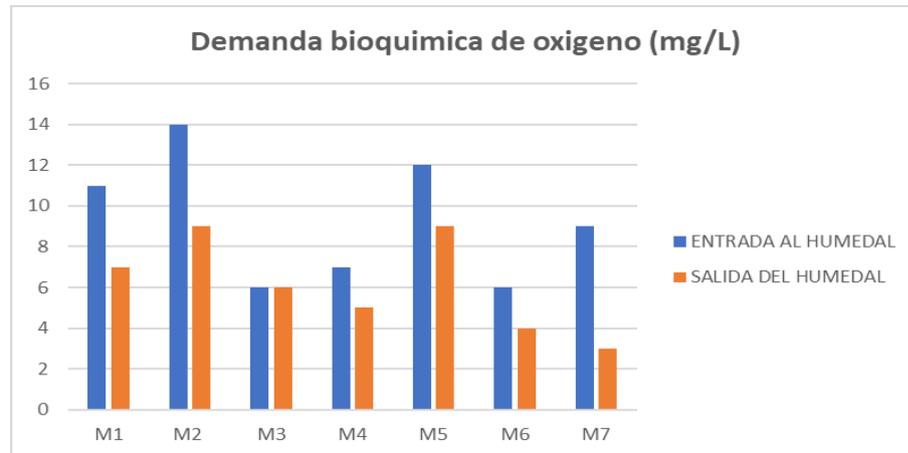
Tabla 12

Análisis de DBO5 (Chicchuy)

Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L)				
	Fecha	ingreso	salida	D.S.003-2010-MINAM
M1	14/06/2022	11	7	
M2	16/06/2022	14	9	
M3	21/06/2022	6	6	
M4	23/06/2022	7	5	100
M5	29/06/2022	12	9	
M6	05/07/2022	6	4	
M7	07/07/2022	9	3	
total		65	43	
promedio		9.29	6.14	

Figura 14

Comportamiento del Parámetro DBO₅ para el Periodo de Toma de Muestra



En la tabla 12 y figura 14; se muestran los valores obtenidos para el parámetro DBO₅ para cada muestra tomada tanto al ingreso (afluente) y la salida (efluente); los valores corresponden a las diferentes muestras tomadas en diferentes fechas, se puede apreciar en la figura 15 que se tienen valores dispersos no siendo uniforme en el tiempo, sin embargo se tienen que los valores obtenidos al ingreso resultaron mayor al valor obtenido en la salida (agua del efluente después del tratamiento con el H.A), en el ingreso (afluente) se ha obtenido un valor promedio de 9,29 mg/L y en la salida 6,14 mg/L. con lo cual se determina que con el tratamiento realizado se logra en promedio una reducción del 33.85% para este parámetro, alcanzando un valor máximo del efluente (salida) de 9 mg/L en dos fechas y un valor mínimo en el efluente (salida) de 3 mg/L. el valor obtenido en el efluente resulta menor al LMP (100 mg/L) cumpliendo con la normativa del D.S.003-2010-MINAM. No se aprecia una diferencia significativa en el tratamiento que este influenciado por los meses de la toma de muestra que fue entre junio y julio de 2022.

DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO.

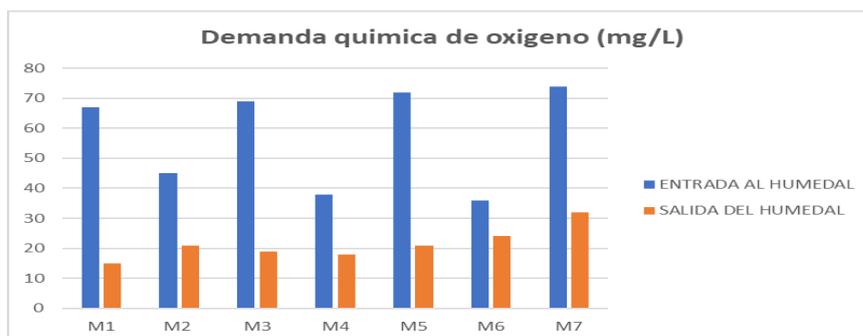
Tabla 13

Análisis de DQO (Chicchuy)

	Demanda química de oxígeno (mg/L)			D.S.003- 2010- MINAM
	Fecha	ingreso	salida	
M1	14/06/2022	67	15	
M2	16/06/2022	45	21	
M3	21/06/2022	69	19	
M4	23/06/2022	38	18	200
M5	29/06/2022	72	21	
M6	05/07/2022	36	24	
M7	07/07/2022	74	32	
total		401	150	
promedio		57.29	21.43	

Figura 15

Comportamiento del Parámetro DQO para el Periodo de Toma de Muestra



En la tabla 13 y figura 15; se muestran los valores obtenidos para el parámetro DQO para cada muestra tomada tanto al ingreso (afluente) y salida (efluente); al igual que en la mayoría de los parámetros evaluados los valores obtenidos en las diferentes muestras que fueron tomados en diferentes periodos de tiempo no son constantes, presentan cierta variación; sin embargo se puede apreciar que la tendencia en todas las muestras tomadas es que los valores obtenidos al ingreso (afluente) resultan mayor a los valores obtenidos

en la salida (agua del efluente después del tratamiento con el H.A), al ingreso (afluente) se ha obtenido un valor promedio de 57,29 mg/L y en la salida 21,43 mg/L; demostrando que con el tratamiento realizado se logra en promedio una remoción del 62,59% para este parámetro, alcanzando un valor máximo en el efluente (salida) de 32 mg/L y un valor mínimo en el efluente (salida) de 15 mg/L. de estos datos obtenidos se determina que en el efluente se tienen valores menores al LMP (200 mg/L) con lo cual se cumple con la normativa del D.S.003-2010-MINAM.

En la figura 16 se observan picos alto pudiendo deberse a las festividades que organiza el colegio, la aglomeración de más persona en el uso de los servicios básicos genera más ingreso de agua residual a los humedales artificiales. No se aprecia una diferencia significativa en el tratamiento que este influenciado por los meses de la toma de muestra que fue entre junio y julio de 2022.

**4.1.2 RESULTADO DE LOS PARÁMETROS EVALUADOS AL INGRESO Y DESPUÉS DEL TRATAMIENTO (SALIDA) DE LA I.E NO 33313 DE ROSAPAMPA
PARÁMETRO MICROBIOLÓGICO.
COLIFORMES TERMOTOLERANTES.**

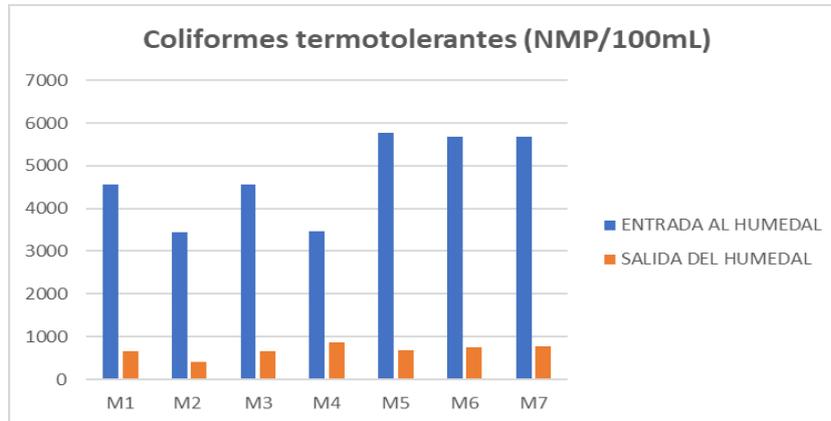
Tabla 14

Análisis de coliformes termotolerantes (Rosapampa)

Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)				D.S.003- 2010- MINAM
	fecha	ingreso	salida	
M1	14/06/2022	4560	650	
M2	16/06/2022	3452	421	
M3	21/06/2022	4560	650	
M4	23/06/2022	3478	874	10000
M5	29/06/2022	5780	687	
M6	05/07/2022	5680	742	
M7	07/07/2022	5680	785	
	total	33190	4809	
	promedio	4741.43	687.00	

Figura 16

Comportamiento del Parámetro Coliforme Termotolerante para el Periodo de Toma de Muestra



En la tabla 14 y figura 16; se muestran los valores obtenidos para el parámetro coliforme termotolerante para cada muestra tomada tanto del ingreso (afluente) y salida (efluente); se puede observar que los valores obtenidos al ingreso (afluente) son mucho mayores a los valores obtenidos en la salida (agua del efluente después del tratamiento con el H.A), en la entrada se ha obteniendo un valor promedio de 4741,43 NMP/100mL y en la salida 678,00 NMP/100mL. Demostrando que con el tratamiento realizado se logra en promedio un 85,51% de remoción para el parámetro coliforme termotolerante, alcanzando un valor máximo en el efluente (salida) de 874 NMP/100mL y un valor mínimo en el efluente (salida) de 421 NMP/100mL. Siendo el valor obtenido en el efluente menor al LMP (10000 NMP/100ml), por lo tanto, se cumple con la normativa del D.S.003-2010-MINAM.

En la figura 16 se observa una variación de la concentración con respecto a las muestras tomadas y en todos los periodos de tiempos tomados (diferentes fechas) se observa la misma tendencia, indicando esto que con el tratamiento realizado al agua residual se tuvo éxito logrando remover la carga de coliformes termotolerantes.

PARÁMETROS FÍSICOS.

TEMPERATURA.

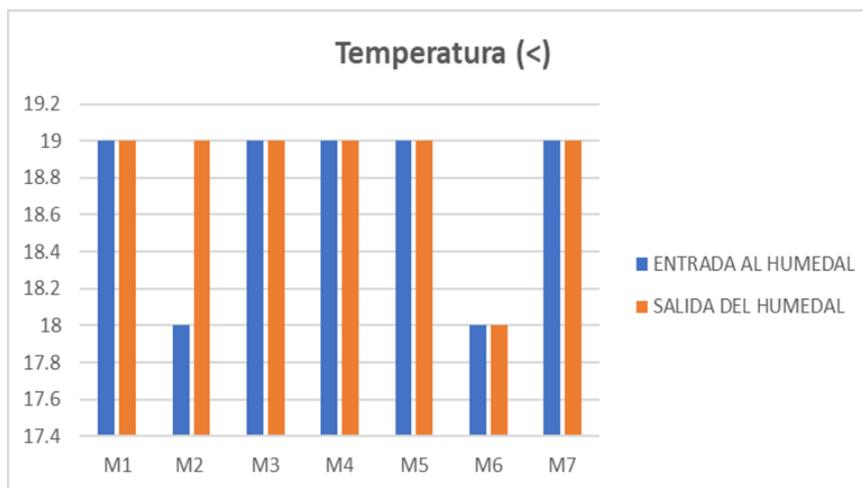
Tabla 15

Análisis de temperatura (Rosapampa)

	Temperatura (<)			D.S.003- 2010- MINAM
	fecha	ingreso	salida	
M1	14/06/2022	19	19	
M2	16/06/2022	18	19	
M3	21/06/2022	19	19	
M4	23/06/2022	19	19	35
M5	29/06/2022	19	19	
M6	05/07/2022	18	18	
M7	07/07/2022	19	19	
	total	131	132	
	promedio	18.71	18.86	

Figura 17

Comportamiento del Parámetro Temperatura para el Periodo de toma de muestra



La tabla 15 y figura 17; muestran los valores obtenidos para el parámetro temperatura para cada muestra tomada, se puede observar que los valores obtenidos ya sea al ingreso (afluente) o en la salida

(efluente) tienen valores casi constantes en la mayor parte de las fechas tomadas, siendo este valor entre 18°C y 19°C; siendo este un indicador que el humedal artificial no influye directamente en el parámetro de la temperatura del agua residual; se tiene un promedio de temperatura en el afluente de 18.71 °C y en el efluente de 18,86°C, no siendo significativo la diferencia; las temperaturas registradas en la investigación es menor al LMP del D.D.003-2010-MINAM que considera como valor máximo de 35°C, con lo cual se está cumpliendo con la normativa; la temperatura registrada se ve influenciada por las condiciones climatológicas del lugar, siendo estos valores registrados de la temperatura de 18 °C y 19°C en el agua residual adecuado para el proceso biológico ya sea aerobio o anaerobio lo que permite el crecimiento de los microorganismos encargados de degradar la materia orgánica presente en el agua. No se aprecia una diferencia significativa en la temperatura para el periodo de la toma de las muestras que fue entre junio y julio de 2022.

SOLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN.

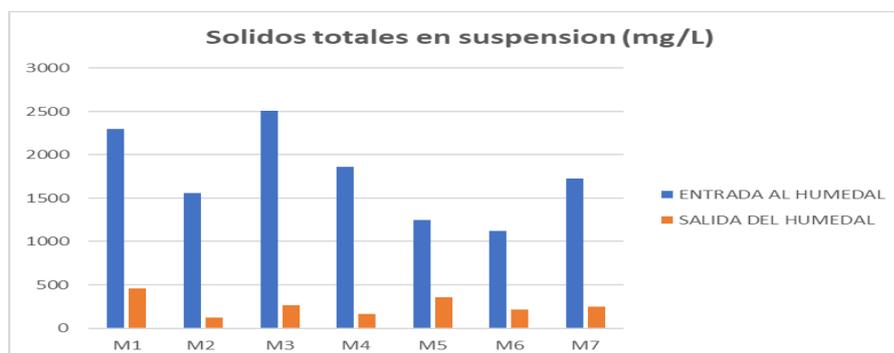
Tabla 16

Análisis de STS (Rosapampa)

Sólidos totales en suspensión (mg/L)				D.S.003- 2010- MINAM
fecha	ingreso	salida		
M1	14/06/2022	2300	460	
M2	16/06/2022	1560	120	
M3	21/06/2022	2510	268	
M4	23/06/2022	1860	168	150
M5	29/06/2022	1250	354	
M6	05/07/2022	1120	215	
M7	07/07/2022	1730	248	
total		12330	1833	
promedio		1761.43	261.86	

Figura 18

Comportamiento del Parámetro Solidos Totales en Suspensión para el Periodo de Toma de Muestra



En la tabla 16 y figura 18; se muestran los valores obtenidos para el parámetro solidos totales en suspensión para cada muestra tomada tanto del ingreso (afluente) y la salida (efluente); se puede observar que los valores obtenidos al ingreso (afluente) resultaron mayor a los valores obtenidos en la salida (agua del efluente después del tratamiento con el H.A) en la entrada se ha obtenido un valor promedio de 1761,43 mg/L y en la salida 261,86 mg/L. demostrando que con el tratamiento realizado se logra en promedio un 85,13 % de remoción para el parámetro solidos totales en suspensión, alcanzando un valor máximo en el efluente (salida) de 460 mg/L y un valor mínimo en el efluente (salida) de 120mg/L. el valor promedio y la mayor parte de los valores de las muestras obtenidos en el efluente resultan mayor al LMP (150 mg/L) a excepción de un solo valor que es de 120 mg/L, por lo que a pesar de tener un alto valor de remoción 85,13% todavía no se está cumpliendo con normativa del D.S.003-2010-MINAM, por lo que se requiere mejorar el tratamiento; esto se debe posiblemente a la velocidad del flujo del agua en el interior del H.A y que las dimensiones del canto rodado empleado no sean los adecuados para actuar como un filtro y retener los sólidos en suspensión.

En la figura 19 se observan un comportamiento variable en los valores a la entrada del humedal artificial, en la muestra 3 se observa

el pico más alto y en la salida del humedal artificial se puede observar una tendencia casi más uniforme; sin embargo, en todas las muestras se observa que se logra la remoción en un porcentaje alto. No se aprecia una diferencia significativa en el tratamiento que este influenciado por los meses de la toma de muestra que fue entre junio y julio de 2022.

ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS QUÍMICOS.

POTENCIAL DE HIDROGENO (pH).

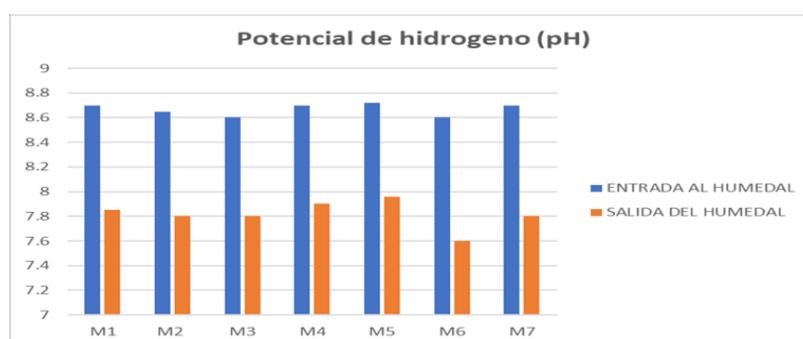
Tabla 17

Análisis de pH (Rosapampa)

	Potencial de hidrogeno (pH)			D.S.003- 2010- MINAM
	fecha	ingreso	salida	
M1	14/06/2022	8.7	7.85	
M2	16/06/2022	8.65	7.8	
M3	21/06/2022	8.6	7.8	
M4	23/06/2022	8.7	7.9	6.5 -8.5
M5	29/06/2022	8.72	7.96	
M6	05/07/2022	8.6	7.6	
M7	07/07/2022	8.7	7.8	
total		60.67	54.71	
promedio		8.67	7.82	

Figura 19

Comportamiento del Parámetro Potencial de Hidrogeno (pH) para el Periodo de Toma de Muestra



En la tabla 17 y figura 19; se muestran los valores obtenidos para el parámetro Ph para cada muestra tomada tanto al ingreso (afluente) y salida (efluente); se puede observar que los valores obtenidos al ingreso (afluente) son mayores a los valores obtenidos en la salida (agua del efluente después del tratamiento con el H.A) cuya tendencia se sigue en todas las muestras tomadas tal como se aprecia en la figura 19, en la entrada los valores obtenidos son casi uniformes y se tiene un valor promedio de 8,67 observando así que al ingreso el agua se encuentra en el rango básico y en la salida se ha obtenido un pH de 7,82 estando en el rango neutral. Con el tratamiento se ha logrado una reducción en el valor del pH del 9,82 %, por lo que el humedal tiene la capacidad de neutralizar el pH del agua residual al cambiar de un rango de pH básica a un rango neutral. Se tiene un valor máximo en el efluente (salida) de 7,96 y un valor mínimo del efluente (salida) de 7,6. estando los valores obtenidos en el efluente dentro del rango del LMP (6,5 – 8,5); por lo tanto, se cumple con la normativa del D.S.003-2010-MINAM. No se aprecia una diferencia significativa en el tratamiento que este influenciado por los meses de la toma de muestra que fue entre junio y julio de 2022.

ACEITES Y GRASAS.

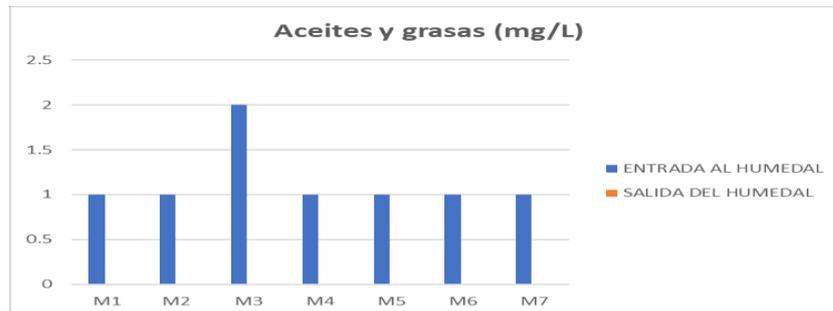
Tabla 18

Análisis de aceites grasas (Rosapampa)

<u>Aceites y grasas (mg/L)</u>				
	fecha	ingreso	salida	D.S.003-2010-MINAM
M1	14/06/2022	1	0	
M2	16/06/2022	1	0	
M3	21/06/2022	2	0	
M4	23/06/2022	1	0	20
M5	29/06/2022	1	0	
M6	05/07/2022	1	0	
M7	07/07/2022	1	0	
	total	8	0	
	promedio	1.14286	0.00	

Figura 20

Comportamiento del Parámetro Aceites y Grasas para el Periodo de Toma de Muestras



La tabla 18 y figura 20; muestran los valores obtenidos para el parámetro aceite y grasas para cada muestra tomada tanto al ingreso (afluente) y la salida (efluente); se puede observar que los valores obtenidos al ingreso resultan mayor al valor obtenido en la salida, en todas las muestras de la salida se tiene un valor de cero; se ha podido determinar que para este caso la concentración de aceite y grasa en el agua residual es mínima teniendo un valor promedio al ingreso (afluente) de 1,14 mg/L y en la salida 0 mg/L, demostrando que el tratamiento logra en promedio un 100% de remoción para este parámetro. Los valores obtenidos en el efluente resultan menores al LMP (20 mg/L), Por lo tanto, se está cumpliendo con la normativa del D.S.003-2010-MINAM.

En la figura 20 se observa que la tendencia de la concentración de aceite y grasa en el afluente es casi uniforme en los diferentes periodos tomados, solo en una muestra presenta un mayor valor, en cuanto al efluente se observa que en todas las muestras que no se tiene presencia de aceite y grasa en el agua, lográndose remover en su totalidad. Así mismo se aprecia que al igual que en la I.E N° 32678 de Chicchuy para este caso también la concentración de aceite y grasa en el afluente (entrada) es mínima, por lo que se podría decir que en las aguas residuales domesticas de estas instituciones educativas la

concentración de aceite y grasa en el agua es mínima posiblemente debido a que no tienen o utilizan productos que generen estos residuos. No se aprecia una diferencia significativa en el tratamiento influenciado por los meses de la toma de muestra que fue entre junio y julio de 202

DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (DBO₅).

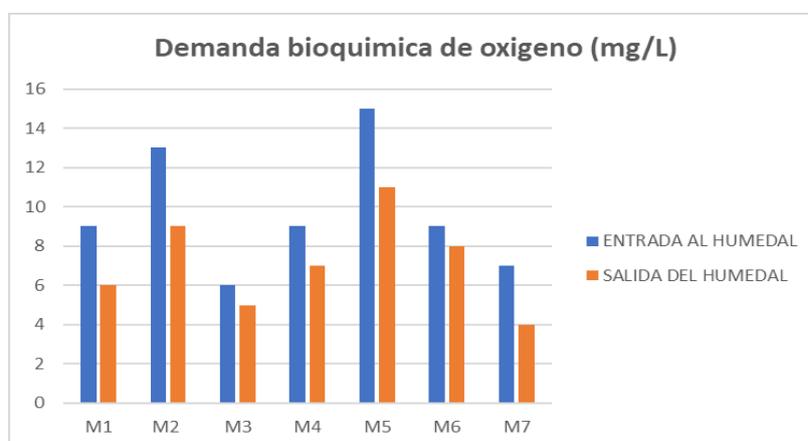
Tabla 19

Análisis de DBO5 (Rosapampa)

Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L)				
	fecha	ingreso	salida	D.S.003-2010-MINAM
M1	14/06/2022	9	6	
M2	16/06/2022	13	9	
M3	21/06/2022	6	5	
M4	23/06/2022	9	7	100
M5	29/06/2022	15	11	
M6	05/07/2022	9	8	
M7	07/07/2022	7	4	
total		68	50	
promedio		9.71	7.14	

Figura 21

Comportamiento del Parámetro DBO5 para el Periodo de Toma de Muestra



En la tabla 19 y figura 21; se muestran los valores obtenidos para el parámetro DBO₅ para cada muestra tomada tanto al ingreso (afluente) y la salida (efluente); los valores corresponden a las diferentes muestras tomadas en diferentes fechas, se puede apreciar en la figura 22 que se tienen valores dispersos no siendo uniforme en el tiempo, sin embargo se tienen que los valores obtenidos al ingreso resultaron mayor al valor obtenido en la salida (agua del efluente después del tratamiento con el H.A), en el ingreso (afluente) se ha obtenido un valor promedio de 9,71 mg/L y en la salida 7,14 mg/L. con lo cual se determina que con el tratamiento realizado se logra en promedio una reducción del 26.47% para este parámetro, alcanzando un valor máximo del efluente (salida) de 11 mg/L y un valor mínimo en el efluente (salida) de 4 mg/L. el valor obtenido en el efluente resulta menor al LMP (100 mg/L) cumpliendo con la normativa del D.S.003-2010-MINAM. No se aprecia una diferencia significativa en el tratamiento influenciado por los meses de la toma de muestra que fue entre junio y julio de 2022.

DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO (DQO).

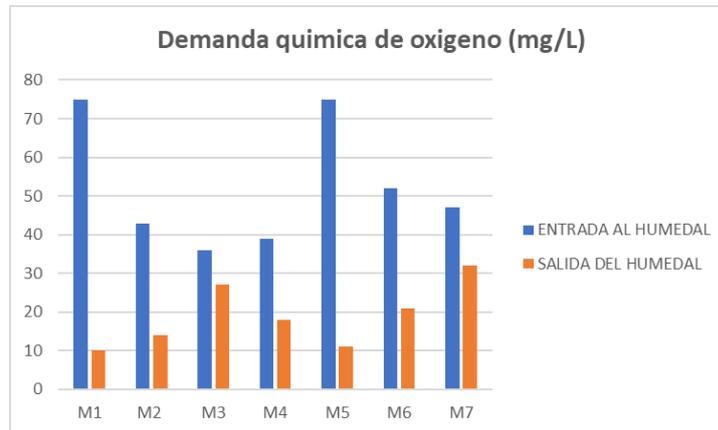
Tabla 20

Análisis de DQO (Rosapampa)

Demanda química de oxígeno (mg/L)				
	fecha	ingreso	salida	D.S.003-2010-MINAM
M1	14/06/2022	75	10	
M2	16/06/2022	43	14	
M3	21/06/2022	36	27	
M4	23/06/2022	39	18	200
M5	29/06/2022	75	11	
M6	05/07/2022	52	21	
M7	07/07/2022	47	32	
	total	367	133	
	promedio	52.429	19.00	

Figura 22

Comportamiento del Parámetro DQO para el Periodo de Toma de Muestra



En la tabla 20 y figura 22; se muestran los valores obtenidos para el parámetro DQO para cada muestra tomada tanto al ingreso (afluente) y salida (efluente); al igual que en la mayoría de los parámetros evaluados los valores obtenidos en las diferentes muestras que fueron tomados en diferentes periodos de tiempo no son constantes, presentan cierta variación; sin embargo se puede apreciar que la tendencia en todas las muestras tomadas es que los valores obtenidos al ingreso (afluente) resultan mayor a los valores obtenidos en la salida (agua del efluente después del tratamiento con el H.A), al ingreso (afluente) se ha obtenido un valor promedio de 52,43 mg/L y en la salida (efluente) se tiene 19,00 mg/L; demostrando que con el tratamiento realizado se logra en promedio una remoción del 63,76% para este parámetro, alcanzando un valor máximo en el efluente (salida) de 32 mg/L y un valor mínimo en el efluente (salida) de 10 mg/L. de estos datos obtenidos se determina que en el efluente se tienen valores menores al LMP (200 mg/L) con lo cual se cumple con la normativa del D.S.003-2010-MINAM.

En la figura 22 se observan picos alto en la muestra 1 y 5 siendo estos los máximos valores, en la muestra de la salida se observan valores incluso 7 veces menores que al ingreso lo que está

demostrando la efectividad del H.A en el tratamiento del agua residual, en la tendencia no se aprecia una diferencia significativa en el tratamiento influenciado por los meses de la toma de muestra que fue entre junio y julio de 2022.

4.2 CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

4.2.1 HIPÓTESIS ESPECIFICA

Para la contratación de hipótesis se realizó con los resultados obtenidos para las dos instituciones educativas que forman parte de la investigación; I.E. N° 326778 de Chicchuy, I.E. N° 33313 de Rosapampa.

HIPÓTESIS ESPECIFICA 1.

Ha: El humedal artificial de flujo subsuperficial con planta acuáticas (*Phragmites australis*) tiene efecto en los parámetros físicos.

Ho: El humedal artificial de flujo subsuperficial con planta acuáticas (*Phragmites australis*) no tiene efecto en los parámetros físicos.

PRUEBAS ESTADÍSTICAS.

Se procesaron y analizaron los valores obtenidos de las muestras del ingreso (afluente) y de la salida (efluente), para este proceso se empleó el software SPSS, en la prueba de normalidad se utilizó Shapiro-Wilk (muestra menor a 30), así mismo se aplicó la prueba de t student para muestras relacionadas y un Nivel de significancia de $\alpha = 0.05$.

PARÁMETRO SOLIDOS TOTALES.

Prueba de normalidad y t student con los valores obtenido en la I.E. N° 326778 de Chicchuy.

Tabla 21

STS estadística de muestra emparejada (Chicchuy)

		Estadísticas de muestras emparejadas			
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Solidos totales en suspensión ingreso humedal.	1,130.714	7	418.249	158.083
	Solidos totales en suspensión salida humedal.	325.000	7	127.844	48.3204

Tabla 22

STS normalidad

NORMALIDAD			
P - valor (SST - ingreso)	0.215	>	$\alpha = 0.05$
P - valor (SST - salida)	0.846	>	$\alpha = 0.05$
conclusión:			
los datos provienen de una distribución normal			

Como los datos tienen una distribución normal, realizamos la prueba estadística de t student.

Tabla 23

STS prueba de normalidad

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Solidos totales en suspensión ingreso humedal.	,240	7	,200 [*]	,877	7	,215
Solidos totales en suspensión salida humedal.	,171	7	,200 [*]	,963	7	,846

Tabla 24*STS muestras emparejadas*

		Prueba de muestras emparejadas								
		Diferencias emparejadas						t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia					
					Inferior	Superior				
Par	STS ingreso humedal	805.71	350.797	132.589	481.282	1,130.147	6,077	6	,001	
1	STS salida humedal	4								

Se tiene el siguiente criterio de decisión:

Cuando $p \geq 0.05$ entonces se acepta la H_0 y se rechaza la H_a .

Cuando $p < 0.05$ entonces se rechaza la H_0 y se acepta la H_a .

Debido que $p = 0.001 < 0.05$; por tanto, se rechaza la hipótesis H_0 y se acepta la H_a .

Prueba de normalidad y t student en la I.E. N° 33313 DE ROSAPAMPA.

Tabla 25*STS prueba de normalidad (Rosapampa)*

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
STS ingreso humedal	,139	7	,200*	,956	7	,779
STS salida humedal	,193	7	,200*	,961	7	,826

Tabla 26*STS normalidad*

NORMALIDAD			
P - valor (SST - ingreso)	0.779	>	$\alpha = 0.05$
P - valor (SST - salida)	0.826	>	$\alpha = 0.05$
conclusión:			
los datos provienen de una distribución normal			

Como los datos tienen una distribución normal, realizamos la prueba estadística de t student.

Tabla 27

STS estadísticas de muestras emparejadas

		Estadísticas de muestras emparejadas			
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	STS ingreso humedal	1,761.429	7	512.296	193.630
	STS salida humedal	261.857	7	114.825	43.400

Tabla 28

Prueba de T- student STS

		Prueba de muestras emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Diferencias emparejadas			95% de intervalo de confianza de la diferencia				
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	Inferior	Superior			
Par 1	STS ingreso humedal	1,499.57	487.48	184.25	1,048.73	1,950.41	8.14	6	,000
	STS salida humedal								

Se tiene el siguiente criterio de decisión:

Cuando $p \geq 0.05$ entonces se acepta la H_0 y se rechaza la H_a

Cuando $p < 0.05$ entonces se rechaza la H_0 y se acepta la H_a

Debido que $p = 0.000 < 0.05$; por tanto, se rechaza la hipótesis H_0 y se acepta la H_a .

Análisis del Parámetro Físico en Ambos Colegios. Realizado la prueba estadística de t student, referente al parámetro de sólidos totales (parámetros físicos) para ambas instituciones educativas y de acuerdo a las tablas 23 y 27 el nivel de significancia obtenido es 0,001 y 0,00 respectivamente, siendo estos menores al 0,05; por lo tanto, rechazamos la H_0 y aceptamos la H_a . Por lo que se concluye que el humedal artificial de flujo subsuperficial con planta acuáticas (*Phragmites Australis*) tiene efecto significativo positivo en los parámetros físicos.

HIPÓTESIS ESPECIFICA 2.

Ha: El humedal artificial de flujo subsuperficial con planta acuáticas (*Phragmites australis*) tiene efecto en los parámetros químicos.

Ho: El humedal artificial de flujo subsuperficial con planta acuáticas (*Phragmites australis*) no tiene efecto en los parámetros químicos.

PRUEBAS ESTADÍSTICAS.

Se procesaron y analizaron los valores obtenidos de las muestras del ingreso (afluente) y de la salida (efluente), para este proceso se empleó el software SPSS, en la prueba de normalidad se utilizó Shapiro-Wilk, se aplicó la prueba de t student para muestras relacionadas y la prueba no paramétrica de Wilcoxon según sea el caso, para un Nivel de significancia de $\alpha = 0.05$.

ACEITES Y GRASAS.

Prueba de normalidad y de wilcoxon en la I.E. N° 326778 de Chicchuy.

Tabla 29

Aceites y grasas prueba de wilcoxon (Chicchuy)

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Aceites y grasas ingreso humedal	,421	7	,000	,646	7	,001
Aceites y grasa salida humedal	,504	7	,000	,453	7	,000

Tabla 30

Aceites y grasas prueba de normalidad

NORMALIDAD	
P - valor (SST - ingreso)	0.001 < $\alpha = 0.05$
P- valor (SST - salida)	0.000 < $\alpha = 0.05$
conclusión:	
los datos no tienen una distribución normal	

Como los datos no tienen una distribución normal se emplea la prueba no paramétrica de Wilcoxon.

Tabla 31

Aceites y grasas prueba de Wilcoxon

Resumen de prueba de hipótesis			
Hipótesis nula	prueba	Sig.	decisión
1 La mediana de la diferencia entre Aceites y Grasas ingresos humedal y Aceites y grasas salida humedal es igual a 0	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,014	Rechazar la hipótesis nula

Se muestra significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05

Se tiene el siguiente criterio de decisión:

Cuando $p \geq 0.05$ entonces se acepta la H_0 y se rechaza la H_a .

Cuando $p < 0.05$ entonces se rechaza la H_0 y se acepta la H_a .

Debido que $p = 0.014 < 0.05$; por tanto, se rechaza la hipótesis H_0 y se acepta la H_a .

Prueba de normalidad y de Wilcoxon en la I.E. N° 33313 de Rosapampa.

Tabla 32

Aceites y grasas prueba de normalidad wilcoxon (Rosapampa)

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Aceites y grasas ingreso humedal	,504	7	,000	,453	7	,000
Aceites y grasa salida humedal	.	7	.	.	7	.

Tabla 33

Aceites y grasas prueba de normalidad

NORMALIDAD	
P - valor (SST - ingreso)	0.000 < $\alpha = 0.05$
P- valor (SST - salida)	0.000 < $\alpha = 0.05$
conclusión:	
los datos no tienen una distribución normal	

Como los datos no tienen una distribución normal se emplea la prueba no paramétrica de Wilcoxon.

Tabla 34

Aceites y grasas resumen de prueba de hipótesis

Resumen de prueba de hipótesis				
	Hipótesis nula	prueba	Sig.	decisión
1	La mediana de la diferencia entre Aceites y Grasas ingresos humedal y Aceites y grasas salida humedal es igual a 0	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,011	Rechazar la hipótesis nula
Se muestra significaciones asintóticas. El nivel de significación es de, 05				

Se tiene el siguiente criterio de decisión:

Cuando $p \geq 0.05$ entonces se acepta la H_0 y se rechaza la H_a .

Cuando $p < 0.05$ entonces se rechaza la H_0 y se acepta la H_a .

Debido que $p = 0.011 < 0.05$; por tanto, se rechaza la hipótesis H_0 y se acepta la H_a .

DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (DBO₅).

Prueba de normalidad y de t student en la I.E. N° 326778 de Chicchuy.

Tabla 35

DBO5 prueba de T- de studen (Chicchuy)

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Demanda bioquímica oxígeno ingreso humedal	,195	7	,200*	,913	7	,420
Demanda bioquímica oxígeno salida humedal	,175	7	,200*	,933	7	,574

Tabla 36

DBO5 prueba de normalidad

NORMALIDAD	
P - valor (SST - ingreso)	0.420 > $\alpha = 0.05$
P- valor (SST - salida)	0.574 > $\alpha = 0.05$
conclusión:	
los datos tienen una distribución normal	

Como los datos tienen una distribución normal se emplea la prueba estadística de t student.

Tabla 37

DBO5 estadística de muestra emparejada

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par. 1	DBO ₅ ingreso humedal	9.29	7	3.147	1.19
	DBO ₅ salida humedal	6.14	7	2.34	0.884

Tabla 38

DBO5 prueba de muestra emparejada

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	DBO ₅ ingreso humedal	3.1429	2.0354	0.76931	1.2604	5.0253	4.085	6	0.006
	DBO ₅ salida humedal								

Se tiene el siguiente criterio de decisión:

Cuando $p \geq 0.05$ entonces se acepta la H_0 y se rechaza la H_a .

Cuando $p < 0.05$ entonces se rechaza la H_0 y se acepta la H_a .

Debido que $p = 0.006 < 0.05$; por tanto, se rechaza la hipótesis H_0 y se acepta la H_a .

Prueba de normalidad y de t student en la I.E. N° 33313 de Rosapampa.

Tabla 39*DBO5 prueba de T- student (Rosapampa)*

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DBO ₅ ingreso humedal	,303	7	,052	,898	7	,318
DBO ₅ salida humedal	,111	7	,200 [*]	,984	7	,976

Tabla 40*DBO5 prueba de normalidad*

NORMALIDAD	
P - valor (SST - ingreso)	0.318 > $\alpha = 0.05$
P- valor (SST - salida)	0.976 > $\alpha = 0.05$
conclusión: los datos tienen una distribución normal	

Como los datos tienen una distribución normal se emplea la prueba estadística de t student.

Tabla 41*DBO5 prueba de muestra emparejada*

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par. 1	DBO ₅ ingreso humedal	9.714	7	3.2	1.209
	DBO ₅ salida humedal	7.143	7	2.41	0.911

Tabla 42*DBO5 muestra emparejada*

Prueba de muestras emparejadas									
Diferencias emparejadas									
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 1	DBO ingreso humedal DBO salida humedal	2.5714	1.2724	0.48093	1.395	3.748	5.347	6	0.002

Se tiene el siguiente criterio de decisión:

Cuando $p \geq 0.05$ entonces se acepta la H_0 y se rechaza la H_a .

Cuando $p < 0.05$ entonces se rechaza la H_0 y se acepta la H_a .

Debido que $p = 0.002 < 0.05$; por tanto, se rechaza la hipótesis H_0 y se acepta la H_a .

DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO (DQO).

Prueba de normalidad y T student en la I.E. N° 326778 de Chicchuy.

Tabla 43

DQO prueba de T- student (Chicchuy)

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DQO ingreso humedal	0.289	7	0.079	0.82	7	0.06
DQO salida humedal	0.246	7	0.200*	0.907	7	0.37

Tabla 44

DQO prueba de normalidad

NORMALIDAD	
P - valor (SST - ingreso)	0.064 > $\alpha = 0.05$
P- valor (SST - salida)	0.373 > $\alpha = 0.05$
conclusión:	
los datos tienen una distribución normal	

Como los datos tienen una distribución normal, realizamos la prueba estadística de t student.

Tabla 45

DQO prueba de T-student (Chicchuy)

		Estadísticas de muestras emparejadas			
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Demanda química de oxígeno ingreso humedal	57.2857	7	16.8495	6.369
	Demanda química de oxígeno salida humedal	21.4286	7	5.4423	2.057

Tabla 46*DQO prueba de muestras emparejadas*

Prueba de muestras emparejadas									
Diferencias emparejadas									
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 1	DQO ingreso humedal DQO salida humedal	35.8571	16.7773	6.34121	20.3408	51.3735	5.655	6	0.001

Se tiene el siguiente criterio de decisión:

Cuando $p \geq 0.05$ entonces se acepta la H_0 y se rechaza la H_a .

Cuando $p < 0.05$ entonces se rechaza la H_0 y se acepta la H_a .

Debido que $p = 0.001 < 0.05$; por tanto, se rechaza la hipótesis H_0 y se acepta la H_a .

A continuación, se presenta la prueba de normalidad y t student para los datos de la I.E. N° 33313 de Rosapampa.

Tabla 47*DQO prueba de T- student (Rosapampa)*

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DQO ingreso humedal	0.225	7	0.200*	0.838	7	0.096
DQO salida humedal	0.156	7	0.200*	0.936	7	0.605

Tabla 48*DQO prueba de normalidad*

NORMALIDAD		
P - valor (SST - ingreso)	0.096	> $\alpha = 0.05$
P- valor (SST - salida)	0.605	> $\alpha = 0.05$
conclusión:		
los datos tienen una distribución normal		

Como los datos tienen una distribución normal, realizamos la prueba estadística de t student.

Tabla 49

DQO estadística de muestras emparejadas

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par. 1	DQO ingreso humedal	52.429	7	16.267	6.148
	DQO salida humedal	19	7	8.246	3.117

Tabla 50

DQO prueba de muestras emparejadas

Prueba de muestras emparejadas									
Diferencias emparejadas									
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 1	DQO ingreso humedal	33.4286	22.5378	8.51849	12.5846	54.2726	3.924	6	0.008
	DQO salida humedal								

Se tiene el siguiente criterio de decisión:

Cuando $p \geq 0.05$ entonces se acepta la H_0 y se rechaza la H_a .

Cuando $p < 0.05$ entonces se rechaza la H_0 y se acepta la H_a .

Debido que $p = 0.008 < 0.05$; por tanto, se rechaza la hipótesis H_0 y se acepta la H_a .

POTENCIAL DE HIDROGENO (PH).

A continuación, se presenta la prueba de normalidad y de t student para los datos de la I.E. N° 326778 de Chicchuy.

Tabla 51

pH prueba de T- de student (Chicchuy)

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PH Ingreso Humedal	0.265	7	0.147	0.849	7	0.12
PH salida Humedal	0.24	7	0.200*	0.850	7	0.122

Tabla 52

pH prueba de normalidad

NORMALIDAD	
P - valor (SST - ingreso)	0.120 > $\alpha = 0.05$
P- valor (SST - salida)	0.122 > $\alpha = 0.05$
conclusión: los datos tienen una distribución normal	

Como los datos tienen una distribución normal, realizamos la prueba estadística de t student.

Tabla 53

pH prueba estadística de muestra emparejada

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par. 1	PH Ingreso Humedal	8.393	7	0.197	0.07435
	PH salida Humedal	7.68	7	0.276	0.1042

Tabla 54*pH prueba de muestra emparejada*

		Prueba de muestras emparejadas							
		Diferencias emparejadas							
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 1	PH Ingreso Humedal PH salida Humedal	0.7129	0.1975	0.07466	0.5302	0.8956	9.547	6	0

Se tiene el siguiente criterio de decisión:

Cuando $p \geq 0.05$ entonces se acepta la H_0 y se rechaza la H_a .

Cuando $p < 0.05$ entonces se rechaza la H_0 y se acepta la H_a .

Debido que $p = 0.000 < 0.05$; por tanto, se rechaza la hipótesis H_0 y se acepta la H_a .

A continuación, se presenta la prueba de normalidad y de t student para los datos de la I.E. N° 33313 de Rosapampa.

Tabla 55*pH prueba de T- student (Rosapampa)*

		Pruebas de normalidad					
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PH Ingreso Humedal		0.314	7	0.036	0.819	7	0.064
PH salida Humedal		0.312	7	0.039	0.846	7	0.114

a. Corrección de significación de Lilliefors

Tabla 56*pH prueba de normalidad*

NORMALIDAD	
P - valor (SST - ingreso)	0.064 > $\alpha = 0.05$
P- valor (SST - salida)	0.114 > $\alpha = 0.05$
conclusión: los datos tienen una distribución normal	

Como los datos tienen una distribución normal, realizamos la prueba estadística de t student.

Tabla 57

pH prueba estadística de muestra emparejada

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par. 1	PH Ingreso Humedal	9	7	0.05057	0.01911
	PH salida Humedal	8	7	0.22597	0.08541

Tabla 58

Ph prueba de muestra emparejada

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	PH Ingreso Humedal	0.9229	0.1830	0.06917	0.7536	1.0921	13.342	6	0.00
	PH salida Humedal								

Se tiene el siguiente criterio de decisión:

Cuando $p \geq 0.05$ entonces se acepta la H_0 y se rechaza la H_a .

Cuando $p < 0.05$ entonces se rechaza la H_0 y se acepta la H_a .

Debido que $p = 0.000 < 0.05$; por tanto, se rechaza la hipótesis H_0 y se acepta la H_a .

Análisis del parámetro químico en ambos colegios. Realizado las pruebas estadísticas a los valores de los parámetros químicos, referente a aceites y grasas, DBO_5 , DQO y potencial de hidrogeno (pH), para ambas instituciones educativas y de acuerdo a las tablas 30, 33, 37, 41, 45, 49, 53 y 57 el nivel de significancia obtenido es 0.014, 0.011, 0.006, 0.002, 0.001, 0.008, 0.000 y 0.000 respectivamente, siendo estos menores al 0.05; por tanto, se rechaza la H_0 y se acepta la H_a . y se concluye que el humedal artificial de flujo subsuperficial con planta

acuáticas (*Phragmites Australis*) tiene efecto significativo positivo en los parámetros químicos.

HIPÓTESIS ESPECIFICA 3.

Ha: El humedal artificial de flujo subsuperficial con planta acuáticas (*Phragmites australis*) tiene efecto en los parámetros microbiológicos.

Ho: El humedal artificial de flujo subsuperficial con planta acuáticas (*Phragmites australis*) no tiene efecto en los parámetros microbiológicos.

PRUEBAS ESTADÍSTICAS.

Se procesaron y analizaron los valores obtenidos de las muestras del ingreso (afluente) y de la salida (efluente), para este proceso se empleó el software SPSS, para la prueba de normalidad se aplicó Shapiro Wilk, se aplicó la prueba de t student, para un Nivel de significancia de $\alpha = 0.05$.

COLIFORMES TERMOTOLERANTES.

A continuación, se presenta la prueba de normalidad y T student para datos de la I.E. N° 326778 de Chicchuy.

Tabla 59

coliforme termotolerante prueba de normalidad shapiro wilk (Chicchuy)

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Coliforme termotolerante ingreso humedal.	0.245	7	0.200*	0.878	7	0.217
Coliforme termotolerante salida humedal.	0.18	7	0.200*	0.927	7	0.527

Tabla 60*Coliformes Termotolerantes prueba de normalidad*

NORMALIDAD	
P - valor (SST - ingreso)	0.217 > $\alpha = 0.05$
P- valor (SST - salida)	0.527 > $\alpha = 0.05$
conclusión:	
los datos tienen una distribución normal	

Como los datos tienen una distribución normal, realizamos la prueba estadística de t student.

Tabla 61*Estadísticas de Muestras Emparejado coliformes termotolerantes*

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par. 1	Coliforme termotolerante ingreso humedal	3.600.00	7	1.691.710	639.406
	Coliforme termotolerante salida humedal	469	7	174.344	65.896

Tabla 62*Prueba t de Student para Muestra Relacionadas para Coliformes Termotolerantes*

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas							Sig. (bilateral)
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	
					Inferior	Superior			
Par 1	Coliforme termotolerante ingreso humedal - Coliforme termotolerante salida humedal	3,131.43	1,627.48	615.13	1,626.26	4,636.59	5.091	6	0.002

Se tiene el siguiente criterio de decisión:

Cuando $p \geq 0.05$ entonces se acepta la H_0 y se rechaza la H_a .

Cuando $p < 0.05$ entonces se rechaza la H_0 y se acepta la H_a .

Debido que $p = 0.002 < 0.05$; por tanto, se rechaza la hipótesis H_0 y se acepta la H_a .

A continuación, se presenta la prueba de normalidad y t student para los datos de la I.E. N° 33313 de Rosapampa

Tabla 63

Prueba de Normalidad Shapiro Wilk para Coliformes Termotolerantes (Rosapampa)

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Coliforme termotolerante ingreso humedal	0.251	7	0.200*	0.84	7	0.1
Coliforme termotolerante salida humedal	0.254	7	0.19	0.933	7	0.578

Tabla 64

Coliforme termotolerante prueba de normalidad

NORMALIDAD	
P - valor (SST - ingreso)	0.100 > $\alpha = 0.05$
P- valor (SST - salida)	0.578 > $\alpha = 0.05$
conclusión:	
los datos tienen una distribución normal	

Como los datos tienen una distribución normal, realizamos la prueba estadística de t student

Tabla 65*Estadísticas de Muestras Emparejado para coliforme termotolerante*

		Estadísticas de muestras emparejadas			
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par. 1	Coliforme termotolerantes ingreso humedal	4.741.429	7	1.013.671	383.132
	Coliforme termotolerantes salida humedal	687	7	142.063	53.695

Tabla 66*Coliformes termotolerantes prueba de muestra emparejadas*

		Prueba de muestras emparejadas							
		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Pa	Coliforme termotolerantes ingreso humedal - Coliforme termotolerantes salida humedal	4,054.42	979.69	370.28	3,148.36	4,960.49	10.949	6	0

Se tiene el siguiente criterio de decisión:

Cuando $p \geq 0.05$ entonces se acepta la H_0 y se rechaza la H_a .

Cuando $p < 0.05$ entonces se rechaza la H_0 y se acepta la H_a .

Debido que $p = 0.000 < 0.05$; por tanto, se rechaza la hipótesis H_0 y se acepta la H_a .

Análisis del Parámetro Microbiológico en Ambos Colegios.

Realizado las pruebas estadísticas para el parámetro microbiológico, referente al parámetro de coliforme termotolerantes para ambas instituciones educativas y de acuerdo a las tablas 61 y 65 el nivel de significancia obtenido es 0.002 y 0.000 respectivamente siendo estos menores al 0.05; por tanto, se rechaza la H_0 y se acepta la H_a . y se concluye que el humedal artificial de flujo subsuperficial con planta acuáticas (*Phragmites Australis*) tiene efecto significativo positivo en el parámetro microbiológico.

4.2.2 PRUEBA DE HIPÓTESIS GENERAL

Ha: El humedal artificial de flujo subsuperficial con plantas acuáticas (*Phragmites australis*) tiene efecto en la biorremediación de aguas residuales en las instituciones educativas del distrito de Amarilis-Huánuco.

Ho: El humedal artificial de flujo subsuperficial con plantas acuáticas (*Phragmites australis*) no tiene efecto en la biorremediación de aguas residuales en las instituciones educativas del distrito de Amarilis- Huánuco.

En la tabla 66 se presenta un resumen de las pruebas de la hipótesis específicas 1, 2 y 3, en dichas hipótesis se aceptó la hipótesis alterna (Ha), con lo cual se ha determinado que se tiene efecto significativo en los parámetros físico, químicos y microbiológicos; por tanto, se acepta la hipótesis general alterna: El humedal artificial de flujo subsuperficial con plantas acuáticas (*Phragmites australis*) tiene efecto significativo en la biorremediación de las aguas residuales en las instituciones educativas del distrito de Amarilis- Huánuco.

Tabla 67

Resumen de la Pruebas de Hipótesis Específicas 1, 2 y 3

Resumen de las pruebas de hipótesis Específicas					
Item	Indicador	Parámetros	Prueba de Hipótesis		Hipótesis aceptada
			I.E. N° 326778 DE CHICCHUY	I.E. N° 33313 DE ROSAPAMPA	
Hipótesis específica 1	Físico	Solidos Totales	Presenta un nivel de significancia $p = 0.001 < 0.05$	Presenta un nivel de significancia $p = 0.000 < 0.05$	Ha: El humedal artificial de flujo subsuperficial con planta acuáticas (<i>phragmites australis</i>) tiene efecto significativo en los parámetros físicos
		Aceites y grasas	Presenta un nivel de significancia $p = 0.014 < 0.05$	Presenta un nivel de significancia $p = 0.011 < 0.05$	
Hipótesis específica 2	Químico	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	Presenta un nivel de significancia $p = 0.006 < 0.05$	Presenta un nivel de significancia $p = 0.002 < 0.05$	Ha: El humedal artificial de flujo subsuperficial con plantas acuáticas (<i>phragmites australis</i>) tiene efecto significativo en los parámetros químicos
		Demanda Química de Oxígeno (DO)	Presenta un nivel de significancia $p = 0.001 < 0.05$	Presenta un nivel de significancia $p = 0.008 < 0.05$	
		Potencial de Hidrogeno (Ph)	Presenta un nivel de significancia $p = 0.000 < 0.05$	Presenta un nivel de significancia $p = 0.000 < 0.05$	
Hipótesis específica 3	Microbiológico	Coliformes termotolerantes	Presenta un nivel de significancia $p = 0.002 < 0.05$	Presenta un nivel de significancia $p = 0.000 < 0.05$	Ha: El humedal artificial de flujo subsuperficial con plantas acuáticas (<i>phragmites australis</i>) tiene efecto significativo en los parámetros microbiológicos

CAPITULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. CONTRASTACIÓN DE RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

a. Con los resultados de la investigación aceptamos la hipótesis alterna general demostrando que el humedal artificial de flujo subsuperficial con plantas acuáticas (*Phragmites australis*) tiene efecto significativo en la biorremediación de las aguas residuales en las instituciones educativas del distrito de Amarilis, ya que se logró reducir los valores en los parámetros físicos químicos y microbiológicos, esto guarda relación con Aguilar (2020), Mena y Ojeda (2021), Intriago (2019), Cejas (2021), Flores y Huamán (2018), y Puma (2021) quienes en sus investigaciones para el tratamiento del agua residual emplearon los humedales artificiales de flujo subsuperficial, y obtuvieron resultados favorables logrando mejorar la calidad del agua al reducir los valores en los diferentes parámetros evaluados; sin embargo, en algunos parámetros evaluados a pesar de haber reducido el valor no cumple con los límites máximos permisibles

b. Así mismo se ha determinado el efecto del humedal artificial de flujo subsuperficial con la planta acuática (*Phragmites australis*) en los parámetros físicos; en este parámetro se ha evaluado la temperatura y sólidos totales en suspensión.

Temperatura. En los humedales artificiales de flujo subsuperficial con las plantas de carrizo (*Phragmites australis*), en la I.E. N°32678 de Chicchuy y en la I.E. N°33313 de Rosapampa, para este parámetro se obtuvo un valor promedio en el afluente de 18,86 °C y 18,71 °C *respectivamente* y en el efluente de 18,86 °C y 18,6 °C *respectivamente*, siendo este un indicador que el humedal artificial no influye en la variación de este parámetro; sin embargo esta temperatura se encuentra por debajo del LMP del D.S.003-2010-MINAM (menor a 35°C), el cual es concordante con Puma (2021) y Intriago (2019). Puma (2019) obtuvo que los valores de temperatura al ingreso y salida de los humedales artificiales con totora fue de 13,49°C a 13,49°C y para el berro fue de 13,49 °C a 13,32°C; Intriago (2019) obtuvo que la temperatura en el ingreso fue de 27°C y en la salida 28°C, no siendo significativa la variación. De los

resultados obtenidos en las investigaciones los valores difieren en este parámetro lo cual es influenciado por las condiciones climática propios de los lugares de investigación, la presente investigación se ha desarrollado a una altitud de 2412.68 m.s.n.m (Chicchuy) y 2556 m.s.n.m (Rosapampa) y la investigación de los antecedentes se ha desarrollado en el distrito de Huancavelica (Perú) a una altitud de 3737 m.s.n.m. y en la localidad de Pan y Agua, provincia de Manabi (Ecuador) a una altitud de 358 m.s.n.m. siendo una zona tropical con un clima cálido semihúmedo; sin embargo, queda demostrado que el humedal artificial no tiene efecto en este parámetro..

Sólidos Totales en Suspensión. En los humedales artificiales de flujo subsuperficial con las plantas de carrizo (*Phragmites australis*), en la I.E. N°32678 de Chicchuy y en la I.E. N°33313 de Rosapampa, se ha obtenido en los efluentes un valor promedio de 325 mg/L y 261,86 mg/L respectivamente, los cuales comparados con los valores del afluente representan un 71,26 % y 85,13% de remoción respectivamente; por tanto, se demuestra que el uso del humedal artificial de flujo subsuperficial con el carrizo (*Phragmites australis*) tiene efecto significativo en este parámetro; el cual guarda relación con:

Aguilar (2020) en la investigación del humedal artificial de flujo subsuperficial con los micrófitos ornamentales cartucho (*Zantedeschia*), achira (*Canna spp*) y lirio (*Iris spp*), para este parámetro ha obtenido que ayuda en disminuir en un 90% a 95%. Al igual que en la presente investigación se logra reducir el valor de este parámetro, sin embargo los resultados obtenidos difieren entre sí; los resultados obtenidos por Aguilar tienen un mayor porcentaje; esta variación de resultados podría ser debido a que se cuenta con un sedimentador primario que ayuda a la remoción de concentración de los sólidos en suspensión, así mismo al material granular utilizado en el medio (arena fina, grava de 30 mm, grava de 100mm), además de la especie de planta utilizado ya que las raíces también influyen en la conductividad hidráulica el cual podría favorecer en el proceso de sedimentación de los sólidos suspendidos.

Flores y Huamán (2018) mencionan que el tratamiento del humedal artificial de flujo subsuperficial con totora (*Typha*) ha reducido en los sólidos totales en suspensión en promedio en 35,32 %. Así mismo según Mena y Ojeda (2021) obtuvieron para este parámetro una remoción del 40%

empleando la planta Totora. Los resultados obtenidos en la investigación de los antecedentes tienen un porcentaje menor a lo obtenido en la presente investigación, esta variación de resultados podría deberse a la especie de plantas utilizado ya que en los antecedentes emplearon la totora (obteniendo valores cercanos 35,32% y 40% de remoción) mientras que en la presente investigación empleamos el carrizo (obteniendo entre un 71,26% y 85,13% de remoción), así mismo otro factor podría deberse al material granular utilizado en el medio, así como al tiempo de retención hidráulico. Sin embargo, se puede determinar que en todos los casos el uso del humedal artificial de flujo subsuperficial ayuda a remover los sólidos totales en suspensión y tiene efecto significativo en el valor de este parámetro.

c. Se ha determinado el efecto del humedal artificial de flujo subsuperficial con la planta acuática (*Phragmites australis*) en los parámetros químicos; en este parámetro se ha evaluado potencial de hidrogeno (pH), aceites y grasas, DBO₅ y DQO.

Potencial de Hidrogeno En la I.E. N°32678 de CHICCHUY y en la I.E. N°33313 de ROSAPAMPA, en cuanto al potencial de hidrogeno se ha obtenido en los efluentes un valor promedio de 7,68 y 7,82 (se encuentran dentro de los LMP) los cuales comparados con los valores del afluente de 8,39 y 8,67 representan una reducción del 8,49% y 9,82% respectivamente; por tanto, se demuestra que el uso del humedal artificial de flujo subsuperficial con el carrizo (*Phragmites australis*) tiene efecto en este parámetro, teniendo el humedal artificial la capacidad de neutralizar el pH al cambiar de un rango de pH básica a un rango neutral; el cual guarda relación con:

Puma (2021), obtuvo un incremento en el valor del ph de 6,74 a 7,36 (representa un 9,19%) en el humedal artificial con planta de totora y un incremento de 6,74 a 7,29 (representa un 8,16%) en el humedal artificial con planta de berro; Intriago (2019) obtuvo un incremento en el valor del ph de 6,0 a 7,4 (representa un 23,33%) empleando la macrófita *Heliconia rostrata* y *Xanthosoma*. Los resultados de las investigaciones guardan relación con lo obtenido en la presente investigación, siendo los valores del ph de los efluentes cercanos, se demuestra que el humedal artificial tiene efecto significativo en este parámetro; a pesar de utilizar diferentes especies de plantas, el humedal artificial tiene la capacidad de neutralizar el pH ya sea

incrementado el valor pasando de un rango ácido a un rango neutro o reduciendo el valor pasando de un rango básico a neutro, así mismo estos valores se encuentran dentro de los LMP.

Aceites y Grasas. En los humedales artificiales de flujo subsuperficial con las plantas de carrizo (*Phragmites australis*), en la I.E. N°32678 de Chicchuy y en la I.E. N°33313 de Rosapampa, en cuanto aceites y grasas se ha obtenido en los efluentes un valor promedio de 0,14 mg/L y 0 mg/L, los cuales comparados con los valores en el afluente (1,43 mg/L y 1,14 mg/L) representan un 90% y 100% de remoción respectivamente; por tanto, se demuestra que el uso del humedal artificial de flujo subsuperficial con el carrizo (*Phragmites australis*) tiene efecto significativo en el tratamiento de las aguas residuales de las instituciones educativas respecto a este parámetro, estando los valores dentro de los LMP; el cual guarda relación con:

Flores y Huamán (2020) quienes con el humedal artificial de flujo subsuperficial empleando totora (*Typha*) obtuvieron como resultado un 32,67% (0,45 – 0,303 mg/L) en la remoción de grasas y aceites; así mismo Intriago (2019) empleando el humedal artificial de flujo subsuperficial con las plantas *Heliconia rostrata* y *Xanthosoma* obtuvo como resultado un 95,23% (1,47 – 0,7 mg/L) en la remoción de grasas y aceites. El valor obtenido en la presente investigación es cercano a lo obtenido por Intriago (2019) los cuales difieren a lo obtenido por Flores y Huamán (2020) quien obtuvo un menor porcentaje de remoción. Sin embargo, en las investigaciones se puede determinar que el tratamiento empleando el humedal artificial de flujo subsuperficial reduce el valor para este parámetro.

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅). En la I.E. N°32678 de Chicchuy y la I.E. N°33313 de Rosapampa, para este parámetro (DBO₅) se ha obtenido un valor promedio en los efluentes de 6,14 mg/L y 7,14 mg/L, los cuales comparados con los valores del afluente representan un 33,85% y 26,47% de remoción respectivamente; por tanto, se demuestra que el uso del humedal artificial de flujo subsuperficial con el carrizo (*Phragmites australis*) tiene efecto significativo en el tratamiento de las aguas residuales de las instituciones educativas en este parámetro, estando los valores dentro de los LMP; el cual guarda relación con:

Aguilar (2020), en la investigación del humedal artificial de flujo subsuperficial con los micrófitos ornamentales cartucho (*Zantedeschia*), lirio (*iris spp*) y achira (*canna spp*), obtuvo una disminución en 86% para este parámetro.

Cejas (2021), en su investigación del humedal artificial empleando la planta carrizo y el mineral de zeolita obtuvo de un 80% a 85% de remoción.

Flores y Huamán (2018) mencionan que el tratamiento del agua residual con el humedal artificial de flujo subsuperficial con totora (*Typha*) redujo un 27,59% para este parámetro.

Intriago (2019) empleando el humedal artificial de flujo subsuperficial con las plantas *Heliconia rostrata* (platanillo) y *Xanthosoma* (Camacho), obtuvo un 99,03% de remoción.

Los resultados obtenidos en las diferentes investigaciones difieren entre sí, en algunos obteniendo un mayor y menor porcentaje de remoción; posiblemente debido al empleo de diferentes especies de plantas y material granular para el medio, teniendo mayor porcentaje en los humedales que utilizaron más de una especie de plantas en un mismo humedal, tres especies de plantas (cartucho, achira y lirio) y dos especies de plantas *Heliconia rostrata* (platanillo) y *Xanthosoma* (Camacho), así como en el humedal con planta de carrizo que emplearon minerales de zeolita en el medio filtrante (tienen cavidades más grandes y que albergan agua); mientras que los valores menores se obtuvieron en humedales de una sola especie de planta con material del medio filtrante de gravas. Sin embargo, en todos los tratamientos se obtienen resultados favorables en la reducción de los valores para este parámetro

Demanda Química de Oxígeno. En la I.E. N°32678 de CHICCHUY y en la I.E. N°33313 de ROSAPAMPA, en cuanto al potencial de hidrogeno se ha obtenido un valor promedio en los efluentes de 21,43 mg/L y 19,00 mg/L respectivamente, los cuales comparados con los valores del afluente representan un 62,59% y 63,76% de remoción respectivamente; por tanto, se demuestra que el uso del humedal artificial de flujo subsuperficial con el carrizo (*Phragmites australis*) tiene efecto significativo en el tratamiento de las aguas residuales de las instituciones educativas con respecto a este parámetro, estando los valores dentro del LMP; el cual guarda relación con:

Flores y Huamán (2018) quienes en el tratamiento del agua residual con el humedal artificial de flujo subsuperficial con totora (*Typha*) han logrado reducir en un 18,68% para este parámetro; Puma (2021) obtuvo una reducción con la planta de totora de 68,88% y para la planta de berros de 78,91%, así mismo Mena y Ojeda (2021) obtuvieron 84,98 % empleando la planta junco o totora.

Estos resultados obtenidos en las investigaciones difieren en los porcentajes de remoción; posiblemente la variación es debido a las diferentes especies de plantas utilizadas, tiempo de retención, los cuales podrían influir en la oxigenación del medio filtrante, en la retención hidráulica, flujo del agua, velocidad del agua y la porosidad; siendo la investigación de Flores y Huamán (2018) con el menor porcentaje de remoción el mismo que tiene el menor tiempo de retención (0.44 días) además corresponde al tratamiento del agua residual proveniente de una comunidad campesina y las demás investigaciones corresponden a instituciones educativas. sin embargo, todos los resultados demuestran que si se tiene un efecto en la reducción del valor de este parámetro reduciendo el grado de contaminación y logrando mejorar la calidad del agua.

d. Se ha determinado el efecto del humedal artificial de flujo subsuperficial con la planta acuática (*Phragmites australis*) en el Parámetro microbiológico; en este parámetro se ha evaluado los coliformes termotolerantes.

Coliformes Termotolerantes. En los humedales artificiales de flujo subsuperficial con las plantas de carrizo (*phragmites australis*), en la I.E. N°32678 de Chicchuy y en la I.E. N°33313 de Rosapampa, en cuanto a los coliformes termotolerantes se ha obtenido en los efluentes un valor promedio de 468,57 NMP/mL y 678,00 NMP/mL los cuales comparados con los valores del afluente representan un 86,98 % y 85,51 % de remoción respectivamente; por tanto, se demuestra que el uso del humedal artificial de flujo subsuperficial con el carrizo (*phragmites australis*) tiene efecto significativo en el tratamiento de las aguas residuales de las instituciones educativas. Lo cual guarda relación con Aguilar (2020) que ha obtenido que el humedal artificial con los micrófitos ornamentales achira (*canna spp*), lirio (*iris spp*) y cartucho (*zantedeschia*), ayuda en disminuir en un 78,8 % para este parámetro.

Los resultados obtenidos en la presente investigación demuestran que para este parámetro se ha logrado tener un porcentaje mayor de remoción, esta diferencia puede ser debido a la especie de planta utilizada en los humedales; sin embargo, en ambas investigaciones se demuestran que el uso de los humedales artificiales reduce el valor de este parámetro

CONCLUSIONES

CONCLUSIÓN GENERAL

En la investigación se determinó que el humedal artificial de flujo subsuperficial con plantas acuáticas (*Phragmites australis*) tiene efecto positivo en la biorremediación de aguas residuales en las instituciones educativas del distrito de Amarilis- Huánuco; porque se obtuvo una reducción en los valores de los parámetros evaluados (químicos, microbiológico y físicos), mejorando la calidad del agua de los efluentes; por lo tanto, es una buena opción para el tratamiento del agua residual domestica de las instituciones educativas del ámbito rural.

CONCLUSIONES ESPECIFICAS

Del objetivo específico 1, para el parámetro físico se evaluó los sólidos totales en suspensión y temperatura; y se determinó que el humedal artificial de flujo subsuperficial con la planta acuática (*Phragmites australis*) tiene efecto positivo en los sólidos totales en suspensión a excepción de la temperatura.

Para los sólidos totales en suspensión en la I.E N° 33313 Rosapampa se tiene una remoción del 85,13% (1761,42 mg/L a 261,86 mg/L) y en la I.E N°32678 Chicchuy una remoción del 71,26% (1130,71 mg/L a 325 mg/L); sin embargo, a pesar de tener un alto porcentaje de remoción, este no cumple con el LMP del D.S.003-2010-MINAM (150 mg/L).

Respecto a la temperatura, el humedal artificial no tiene efecto en este parámetro ya que no se encontró una variación significativa; estando este valor relacionado a las condiciones climáticas del lugar donde se realizó la investigación; en la I.E N° 33313 Rosapampa se tiene un valor promedio en el afluente de 18,71 °C y el efluente de 18,86 °C, en la I.E N°32678 Chicchuy se tiene un valor promedio en el afluente de 18,86 °C y en el efluente de 18,86 °C; siendo una temperatura adecuada para llevar a cabo el proceso de biorremediación del agua residual debido que estos valores son menores al LMP del D.S 003-2010-MINAM (35°C).

Del objetivo específico 2, para el parámetro químico se analizaron aceites y grasas, DBO₅, DQO y potencial de hidrogeno (pH); y se determinó que el humedal artificial de flujo subsuperficial con planta acuática (*phragmites australis*) si tiene efecto significativo positivo en los parámetros químicos obteniéndose la reducción en los valores para los diferentes parámetros evaluados.

Para aceites y grasas, en la I.E N° 33313 Rosapampa se tiene una reducción del 100 % (1,14 mg/L a 0,00 mg/L), en la I.E N°32678 Chicchuy una reducción del 90 % (1,43 mg/L a 0.14 mg/L), siendo los valores menores al LMP del D.S.003-2010-MINAM (20 mg/L).

En la demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), en la I.E N° 33313 Rosapampa se tiene una reducción del 26,47 % (9,71 mg/L a 7,14 mg/L), en la I.E N°32678 Chicchuy una reducción del 33,85 % (9,29 mg/L a 6,14 mg/L), estos valores son menores al LMP del D.S.003-2010-MINAM (100 mg/L).

En la demanda química de oxígeno (DQO), en la I.E N° 33313 Rosapampa se tiene una reducción del 63,76 % (52,43 mg/L a 19,00 mg/L), en la I.E N°32678 Chicchuy se tiene una reducción del 62,59 % (57,29 mg/L y a 21,43 mg/L); siendo estos valores menores al LMP del D.S.003-2010-MINAM (200 mg/L).

En el potencial de hidrogeno (pH), con los resultados obtenido se determinó que los humedales artificiales tienen la capacidad de neutralizar el pH, logrando pasar el agua de un rango básico a un rango neutral al reducir el valor de este parámetro en ambas instituciones educativas; en la I.E N° 33313 Rosapampa se tiene una reducción del valor en 9,82 % (8,67 a 7,82), en la I.E N°32678 Chicchuy se tiene una reducción del valor en 8,49 % (8,39 a 7,68), estando estos valores del efluente dentro del rango de los LMP del D.S.003-2010-MINAM (6,5 – 8,5).

Del objetivo específico 3, Referente al parámetro microbiológico se analizó los coliformes termotolerantes; y se determinó que el humedal artificial de flujo subsuperficial con planta acuática (*Phragmites australis*) si tiene efecto significativo positivo en el parámetro microbiológico, teniendo una reducción en el valor del parámetro analizado.

En los coliformes termotolerantes, se tiene una reducción en el valor en ambas instituciones educativas; en la I.E N° 33313 Rosapampa se tiene una remoción del 85,51 % (4741,43 NMP/mL a 678,00 NMP/mL); en la I.E N°32678 Chicchuy se tiene una remoción del 86,98 % (3600 NMP/mL a 468,57 NMP/mL), estos valores obtenidos en el efluente se encuentran dentro del LMP del D.S.003-2010-MINAM (10000 NMP/mL).

RECOMENDACIONES

Emplear el humedal artificial de flujo subsuperficial con la planta acuática en zonas rurales de otros departamentos del país con características similares a las condiciones ambientales del área de estudio, ya que este sistema dio buenos resultados para tratar las aguas residuales domésticas de las instituciones educativas que formaron parte de la investigación.

Continuar con las investigaciones en la región de Huánuco, referente al uso de los humedales artificiales para las instituciones educativas en las áreas rurales, empleando la planta *Phragmites australis* u otras especies de plantas acuáticas propios de cada lugar con la finalidad de determinar cuál es su eficiencia en el tratamiento, bajo las condiciones ambientales propios de cada lugar de la región Huánuco.

Realizar investigaciones empleando otros materiales para el sustrato del medio granular, como por ejemplo emplear la piedra pómez o diferentes diámetros del material filtrante a fin de determinar el efecto del medio granular en los diferentes procesos que ocurren en este medio, como la retención de materia orgánica, degradación del material orgánico, la absorción de nutrientes, el desarrollo de los microorganismos, la formación de la biopelícula entre otros, que podrían favorecer en mejorar la eficiencia del tratamiento, lo que nos permitiría tener un mayor conocimiento y mejorar el sistema de tratamiento.

Realizar los estudios para diferentes épocas del año, a fin de determinar si el efecto en el tratamiento de las aguas residuales es similar o tiene una variación significativa ya sea mejorando o disminuyendo su eficiencia según la época del año, debido que los datos presentados en la presente investigación corresponden a los meses de junio y julio del 2022.

Se debería impulsar investigaciones a nivel nacional empleando los humedales artificiales a fin de tener una mayor data y comprensión sobre el funcionamiento y respecto de la eficiencia de este sistema para posteriormente incluir dentro de las normativas peruanas como parte de las alternativas del sistema de tratamiento, ya que de las investigaciones

realizadas están demostrando que son una buena alternativa, y pueden ser aplicados en las instituciones educativas ubicados en las áreas rurales de nuestro país donde no se cuenta con redes públicas de desagüe y las condiciones sanitarias son precarias, además que se tienen problemas con la baja infiltración de los suelos y suelos con un nivel freático alto (caso de la selva del país) donde no se puede aplicar los tratamientos secundarios convencionales como son los pozos o zanjas de percolación recomendados en la norma peruana.

Impulsar la aplicación de esta tecnología en las zonas rurales e instituciones educativas de nuestra región y país, con el objetivo de mejorar la calidad de vida de las personas, y reducir el nivel de contaminación en el medio ambiente.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Arias Triguero, O. (2004). *Estudio de la biodegradación de la materia orgánica en humedales construidos de flujo subsuperficial* [Tesina, Universitat Politècnica de Catalunya].
<https://upcommons.upc.edu/handle/2099.1/3339>
- Aguilar Arias, D. (2020). *Diseño de un humedal artificial de flujo subsuperficial para el tratamiento de las aguas residuales de la Universidad Internacional SEK* [Tesis de maestría, Universidad Internacional SEK].
<https://repositorio.uisek.edu.ec/handle/123456789/3829>
- Alarcon Herrera, M.T., Zurita Martínez, F., Hadad, H., Garcia Perez, A., Vidal, G., Maine, M.A., Lara Borreo, J., Rivas, A., Moeller Chavez, G.E. y Vera Puerto, I.L. (2018). *Humedales de tratamiento: alternativa de saneamiento de aguas residuales aplicable en América Latina*. Pontificia Universidad Javeriana.
https://www.researchgate.net/publication/325722763_Humedales_de_tratamiento_alternativa_de_tratamiento_de_aguas_residuales_aplicable_en_America_Latina
- Cejas Barjas, M. (2021). *Implementación piloto de un humedal artificial de flujo subsuperficial horizontal en la universidad nacional de Moquegua, para el tratamiento del agua residual de la laguna primaria de la planta de tratamiento de agua residual-PTAR del distrito de Pacocha, Ilo 2017* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Moquegua].
<https://repositorio.unam.edu.pe/handle/UNAM/223>
- Chugden Romero, N.M. y Verastegui Ortiz, R.M. (2020). *Evaluación de la eficiencia de las plantas acuáticas totora y carrizo en la absorción y remoción de nutrientes en el tratamiento de aguas residuales domésticas del distrito Namona- Cajamarca, 2020* [Tesis de pregrado, Universidad Privada Antonio Guillermo Urrel].
http://repositorio.upagu.edu.pe/bitstream/handle/UPAGU/1634/Chugden%20Romero%2c%20Narda%20Mirela_Verastegui%20Ortiz%2c%20Roc%3%ado%20Mardeli.pdf?sequence=3&isAllowed=y

- Comunidad Andina. (2005). *Manual de estadísticas Ambientales*.
http://intranet.comunidadandina.org/Documentos/Reuniones/DTrabajo/SG_REG_EMAB_VII_dt%204.pdf
- Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM. Aprueba límites máximos permisibles para los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas y municipales (17 de marzo de 2010).
https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/09/ds_003-2010-minam.pdf
- Delgadillo, O., Camacho, A., Pérez, L. y Andrade, M. (2010). *Depuración de aguas residuales por medio de humedales artificiales*.
<https://core.ac.uk/download/pdf/48017573.pdf>
- Diana Alexandra Zambrano. (2020, 4 de junio). *25. Humedales - Conceptos* [Video]. YouTube. https://youtu.be/zFfyV_xEe8k
- Editorial Grudemi. (2022). *Plantas acuáticas*. Recuperado de enciclopedia de Biología <https://enciclopedia.debiologia.com/plantas-acuaticas/>
- Fernández Gonzales, J., de Miguel Beascoechea, E., de Miguel Muños, J. y Curt Fernández de la Mora, M. D. (2019). *Manual de fitodepuración. Filtros de macrofitas en flotación*.
https://www.researchgate.net/publication/334648741_Manual_de_fitodepuracion
- Flores Landeo, R. y Huamán Soto, M. A. (2018). *Sistema de depuración de aguas residuales mediante humedal artificial de flujo subsuperficial en la comunidad campesina de Ocopa- distrito Lircay* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Huancavelica].
<https://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/2469>
- García Serrano, J., Corzo Hernández, A. (2008). *Depuración con humedales construidos: Guía práctica de diseño, construcción y explotación de sistemas de humedales de flujo subsuperficial*.
<https://upcommons.upc.edu/handle/2117/2474>

- Garzón, J.M., Rodríguez Miranda, J.P. Y Hernández Gómez, C. (2017). Aporte de la biorremediación para solucionar problemas de contaminación y su relación con el desarrollo sostenible. *Univ. Salud.* 2017, 19(2), 309-318. <https://doi.org/10.22267/rus.171902.93>
- Hammeken Arana, A.M., y Romero García, E. (2005). *Análisis y diseño de una planta de tratamiento de agua residual para el municipio de San Andrés Cholula* [Tesis Licenciatura, Universidad de las Américas Puebla]. http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lic/hammeken_a_am/
- Hoffmann, H., Platzer, C., Winker, M. y Von Muench, E. (2011). *Revisión técnica de humedales artificiales de flujo subsuperficial para el tratamiento de aguas grises y aguas domésticas*. Agencia de Cooperación Internacional de Alemania, GIZ. <https://ecotec.unam.mx/wp-content/uploads/Revision-Tecnica-de-Humedales-Artificiales.pdf>
- Ingeniería UdeA. (2019, 17 de mayo). *Demanda Química de Oxígeno* [Video]. YouTube. <https://youtu.be/G6IPrD7VDKQ>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2020). *Informe técnico "Perú: Formas de Acceso al agua y Saneamiento Básico"* (Nro 09). <https://m.inei.gob.pe/biblioteca-virtual/boletines/formas-de-acceso-al-agua-y-saneamiento-basico-9343/1/#lista>
- Kolb, P. (1998). *Design of a constructed wetland (piñot plant) for the reclamation of the river Besos* (Master Thesis) Universität für Bodenkultur, Vienna.
- Lara Borrero, J. A. (1999). *Depuración de aguas residuales municipales con humedales artificiales* [Tesis de Maestría, Universidad Politécnica de Cataluña]. https://www.researchgate.net/profile/Jaime-Lara-Borrero/publication/230887937_Depuracion_de_Aguas_Residuales_Municipales_con_Humedales_Artificiales/links/5b4e38eb0f7e9b240fe89a3f/Depuracion-de-Aguas-Residuales-Municipales-con-Humedales-Artificiales.pdf

- Ley N° 27972, Ley organica de municipalidades. (26 de mayo de 2003).
<https://diariooficial.elperuano.pe/pdf/0015/3-ley-organica-de-municipalidades-1.pdf>
- Ley N° 27611, Ley General del Ambiente. (13 de octubre de 2005).
<https://sinia.minam.gob.pe/normas/ley-general-ambiente>
- Mellado Delgado, G. (2019). *Determinación de la eficiencia de tres especies macrófitas para el tratamiento de aguas residuales domésticas* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Federico Villareal].
<http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/2729>
- Metcalf y Eddy. (1985). *Ingeniería de aguas residuales: tratamiento, vertido y reutilización*. Barcelona, España: Labor.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2021). *Reglamento Nacional de Edificaciones – norma IS. 020*.
<https://www.gob.pe/institucion/vivienda/informes-publicaciones/2309793-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>
- Mora Ravelo, S.G., Alarcón, A., Rocadio Rodriguez, M. y Vanoye Eligio, V. (2016). Bioremediation of wastewater for reutilization in agricultural systems: A review. *Applied Ecology and Environmental Research*, 15(1), 33-50. DOI:10.15666/aeer/1501_033050
- Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas (WWAP). (2017). *Informe mundial de las naciones unidas sobre el desarrollo de los recursos hidricos 2017. Aguas Residuales: El recurso desaprovechado*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247647>
- Proyecto Humedales Rio Cruces. (2021, 11 de enero). *Clase1: Curso corto introduccion al diseño y construccion de humedales construidos para depuración* [Video]. YouTube. <https://youtu.be/sVNJk4s3tcU>
- Puma Sarmiento, A. (2021). *Eficiencia de los humedales artificiales de Schoenoplectus californicus (totora) y Nasturtion officinale (berros) sobre los contaminantes de los efluentes de la granja experimental de porcinos en la ciudad universitaria de Paturpampa- Huancavelica - 2017* [Tesis de

- pregrado, Universidad Nacional de Huancavelica].
<https://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/3627>
- Reglamento Nacional de Edificaciones – Norma OS. 090. (2006). *Plantas de tratamiento de aguas residuales*.
<https://www.construccion.org/normas/rne2012/rne2006.htm>
- Romero Rojas, J.A. (1999 a). *Tratamiento de aguas residuales por lagunas de estabilización*. D.F., Mexico:Alfaomega.
- Romero Rojas, J.A. (1999 b). *Calidad del agua*. D.F., Mexico:Alfaomega.
- Ruiz Lizama, E. y Raffo Leca, E. (2014). Caracterización de las aguas residuales y la demanda bioquímica de oxígeno. *Industrial Data*, 17(1), 71-80. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81640855010>
- Saavedra Castillo, B.A. (2017). *Aplicación de macrofitas en flotación como ayuda en el tratamiento de aguas residuales en la laguna UDEP* [Tesis de pregrado, Universidad de Piura].
https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2724/ING_573.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Secretaría de la Convención de Ramsar. (2013). *Manual de la Convención de Ramsar: Guía a la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971)*.
<https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/manual6-2013-sp.pdf>
- Solis, R. (2012, 26 de agosto). coliformes [Video]. YouTube.
<https://youtu.be/uJC9mBoi4mk>
- Supo, J. (2014). *Seminarios de investigación científica*, 2da edición. Editorial Bioestadístico, Arequipa, Perú.
- Toapanta Vera, M.I. y Chang Gómez, J. V. (2009). *Calidad del agua: Aceites y Grasas*. <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/6161>
- Uni-Posgrado. (2020, 25 de Mayo). Tratamiento de Aguas Residuales con Humedales [Video]. YouTube. https://youtu.be/vruAFH_O9dU

Universidad Abierta y a Distancia de Mexico. [TV UnADM]. (2014, 24 de octubre). *Introducción a la biorremediación* [Video]. YouTube. <https://youtu.be/FHKDr57rT2s>

Vázquez Chacón, J. Y. (4 de marzo de 2020). *Carrizo (phragmites australis): características, habitat, propiedades, cultivo*. Lifeder. <https://www.lifeder.com/carrizo-phragmites-australis/>

Vymazal, J. (2007). Review: Removal of nutrients in various types of constructed wetlands. *Sci. Total, Environ.*, 380, 48-65.

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Mayta Zuñiga, N. (2023). *Efecto del humedal artificial de flujo subsuperficial con plantas acuáticas (Phragmites australis) en la biorremediación de aguas residuales, en las instituciones educativas del distrito de Amarilis – Huánuco* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio institucional UDH. <http://...>

ANEXOS

ANEXO 01: Resolución de aprobación de proyecto de investigación

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO *Facultad de Ingeniería*

RESOLUCIÓN N° 190-2021-CF-FI-UDH

Huánuco, 11 de agosto de 2021

Visto, el Oficio N° 399-2021-C-PAIA-FI-UDH, del Coordinador quien remite la petición de la Bach. **Nataly Devora MAYTA ZUÑIGA** del Programa Académico de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería, quien solicita cambio de título del Trabajo de Investigación (Tesis);

CONSIDERANDO:

Que, según el Oficio N° 399-2021-C-PAIA-FI-UDH, del Coordinador quien remite la petición de la Bach. Nataly Devora MAYTA ZUÑIGA del Programa Académico de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería, quien solicita cambio de título del Trabajo de Investigación (Tesis); y

Que, según Resolución N° 1162-2019-CF-FI-UDH, se aprueba el Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado “EFECTO DE UN BIOFILTRO DE FLUJO SUBSUPERFICIAL Y FLUJO LIBRE CON PLANTAS ACUATICAS (Schoenoplectus californicus y Nasturtium officinale) EN LA BIORREMEDIACION DE AGUAS RESIDUALES PASCO- 2020”, presentado por el(la) Bach. Nataly Devora MAYTA ZUÑIGA, la misma que solicita el cambio de título del Trabajo de Investigación (Tesis), en coordinación con su asesor; y

Estando a lo acordado por el Consejo de Facultad de fecha 11 de agosto de 2021 y normado en el Estatuto de la Universidad, Art. 44, inc. r.;

SE RESUELVE:

Artículo Primero. - ANULAR, la resolución N° 1162-2019-CF-FI-UDH de fecha 11 de noviembre de 2019.

Artículo Segundo. - APROBAR, el Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: “EFECTO DEL HUMEDAL ARTIFICIAL DE FLUJO SUBSUPERFICIAL CON PLANTAS ACUATICAS (Phragmites australis) EN LA BIORREMEDIACION DE AGUAS RESIDUALES, EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS DEL DISTRITO DE AMARILIS- HUANUCO”, presentado por la Bach. Nataly Devora MAYTA ZUÑIGA, del Programa Académico de Ingeniería Ambiental de la Universidad de Huánuco.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE.



Distribución:

Fac. de Ingeniería – PAIA – CGT- Interesado - Archivo.
BLCR/EJML.

ANEXO 02: Resolución de cambio de asesor de tesis

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 1460-2021-D-FI-UDH

Huánuco, 08 de Noviembre de 2021

Visto, el Oficio N° 634-2021-C-PAIA-FI-UDH presentado por el Coordinador del Programa Académico de Ingeniería Ambiental y el Expediente N° 318348-0000003214, de la Bach. **NATALY DEVORA MAYTA ZUÑIGA**, quién solicita cambio de Asesor de Tesis.

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo a la Nueva Ley Universitaria 30220, Capítulo V, Art 45° inc. 45.2, es procedente su atención, y;

Que, según el Expediente N° 318348-0000003214, presentado por el (la) Bach. **NATALY DEVORA MAYTA ZUÑIGA** quién solicita cambio de Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación, y;

Que, con Resolución N° 1088-2019-D-FI-UDH, de fecha 25 de setiembre de 2019, en la cual se designa como Asesor de Tesis de la Bach. **NATALY DEVORA MAYTA ZUÑIGA** al Ing. Jaime José Ricardo Nuñez Mosqueira, quien falleció el día 22 de abril de 2021, y;

Que, según lo dispuesto en el Capítulo II, Art. 31 del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco vigente, es procedente atender lo solicitado, y;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Primero. - **DEJAR SIN EFECTO**, la Resolución N° 1088-2019-D-FI-UDH, de fecha 25 de setiembre de 2019.

Artículo Segundo.- **DESIGNAR**, como nuevo Asesor de Tesis de la Bach. **NATALY DEVORA MAYTA ZUÑIGA** al Mg. Frank Erick Camara Llanos, Docente del Programa Académico de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería.

Artículo Tercero. - El interesado tendrá un plazo máximo de 6 meses para solicitar revisión del Trabajo de Investigación (Tesis). En todo caso deberá reiniciar el trámite.

Regístrese, comuníquese y archívese



Distribución:
Fac. de Ingeniería - PAIA- Asesor- Mat. y Reg.Acad. - Interesado - Archivo.
BCR/EJML/nto

ANEXO 03: Matriz de consistencia

TESIS: “Efecto del humedal artificial de flujo subsuperficial con plantas acuáticas (*phragmites australis*) en la biorremediación de aguas residuales, en las Instituciones Educativas del distrito de Amarilis – Huánuco”

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variable	Indicador	Metodología
¿Cuál es efecto del humedal artificial de flujo subsuperficial con plantas acuáticas (<i>phragmites australis</i>) en la biorremediación de aguas residuales, en las instituciones educativas del distrito de Amarilis-Huánuco ?	Demostrar el efecto del humedal artificial de flujo subsuperficial con plantas acuáticas (<i>phragmites australis</i>) en la biorremediación de aguas residuales, en las instituciones educativas del distrito de Amarilis-Huánuco	El humedal artificial de flujo subsuperficial con plantas acuáticas (<i>phragmites australis</i>) tiene efecto significativo en la biorremediación de aguas residuales en las instituciones educativas del distrito de amarilis-Huánuco	Variable Independiente humedal artificial de flujo subsuperficial con plantas acuáticas variable dependiente biorremediación de aguas residuales	Carrizo(<i>phragmites australis</i>)	tipo: Según la planificación de las mediciones de la variable: Prospectivo Según número de la variable de estudio: Longitudinal
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específico	sub variable	sub indicador	Según número de la variable analítico: Analítico
¿Cuál es el efecto de la planta acuática carrizo (<i>phragmites australis</i>) en los parámetros físicos?	Determinar el efecto de la planta acuática (<i>phragmites australis</i>) en los parámetros físicos	La planta acuática (<i>phragmites australis</i>) tiene efecto significativo en los parámetros físicos	Parámetros físicos	Sólidos totales en suspensión Temperatura	según la intervención del investigador el presente estudio es de tipo : Con intervención
¿Cuál es el efecto de la planta acuática carrizo (<i>phragmites australis</i>) los parámetros químicos?	Determinar el efecto de la planta acuática (<i>phragmites australis</i>) los parámetros químicos	La planta acuática (<i>phragmites australis</i>) tiene efecto significativo en los parámetros químicos	Parámetro Químicos	Aceites y grasa Demanda bioquímica de oxígeno PH	Enfoque: cuantitativo Alcance o nivel: experimental Población: Las instituciones educativas Muestra: Volumen del efluente al ingreso y salida
¿Cuál es el efecto de la planta acuática carrizo (<i>phragmites australis</i>) parámetros microbiológico?	Determinar el efecto de la planta acuática (<i>phragmites australis</i>) parámetros microbiológico	La planta acuática (<i>phragmites australis</i>) tiene efecto significativo en los parámetros microbiológicos .	Parámetro Microbiológicos	Coliformes termo tolerantes	

ANEXO 04: Plano de ubicación de la Instituciones Educativas N° 326778 de CHICCHUY



Plano de ubicación de la I.E. N° 33313 de ROSAPAMPA



UBICACIÓN INSTITUCIÓN EDUCATIVA 33313 ROSAPAMPA Y UBICACIÓN DEL HUMEDAL ARTIFICIAL
Fuente: Google Earth

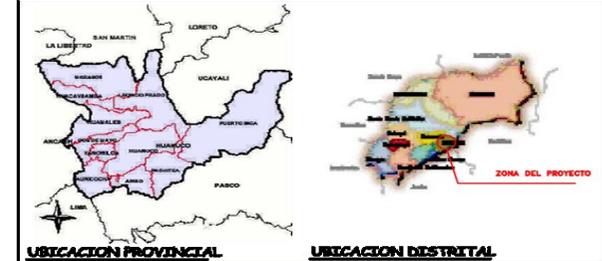
PUNTO DE UBICACION	COORDENADAS UTM - WGS 84	
	ESTE	NORTE
Humedal	367397.23 E	8896047.17 S

PLANO: UBICACION - LOCALIZACION	TESISTA: MAYTA ZUÑIGA NATALY DEVORA	AÑO: 2022
------------------------------------	--	--------------



TESIS: "EFECTO DEL HUMEDAL ARTIFICIAL DE FLUJO SUBSUPERFICIAL CON PLANTAS ACUÁTICAS (PHRAGMITES AUSTRALIS) EN LA BIORREMEDIACIÓN DE AGUAS RESIDUALES, EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS DEL DISTRITO DE AMARILIS - HUÁNUCO"

UBICACION DE P° LOCALIDAD ROSAPAMPA DISTRITO AMARILIS PROVINCIA HUÁNUCO REGION HUÁNUCO



ANEXO 05: Análisis de agua residual y cadena de custodia para muestra de agua de la I.E. N° 326778 DE CHICCHUY



GOBIERNO REGIONAL HUÁNUCO

DIRECCION REGIONAL DE SALUD HUANUCO



REG.: 011-2022-LMAA-LRRSP HCO



LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA DE AGUAS

SOLICITANTE: NATALY DEVORA MAYTA ZUÑIGA
TESIS: EFECTO DEL HUMEDAL ARTIFICIAL DE FLUJO SUBSUPERFICIAL CON PLANTAS ACUÁTICAS (PHRAGMITES AUSTRALIS) EN LA BIORREMEDIACIÓN DE AGUAS RESIDUALES, EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS DEL DISTRITO DE AMARILIS- HUÁNUCO
FECHA DE MUESTREO: 05-07-2022 HORA: 06:50
FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS: 05-07-2022 HORA: 11:00
MUESTRA TOMADA POR: NATALY DEVORA MAYTA ZUÑIGA
PRODUCTO: LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA LOS EFLUENTES DE PTAR
D.S No. 003-2010 MINAN
CANTIDAD DE MUESTRAS : 1000 ml

RESULTADOS DE PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS

PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS	LMP	MUESTRA No 01: ENTRADA AL HUMEDAL I.E No 32678 DE CHICCHUY	MUESTRA No 02: SALIDA DEL HUMEDAL I.E No 32678 DE CHICCHUY
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	10000 NMP/100 ml	1987	687

RESULTADOS DE PARAMETROS FÍSICO QUÍMICOS

PARAMETROS FÍSICO QUÍMICOS	LMP	MUESTRA No 01: ENTRADA AL HUMEDAL I.E No 32678 DE CHICCHUY	MUESTRA No 02: SALIDA DEL HUMEDAL I.E No 32678 DE CHICCHUY
TEMPERATURA	<35	19	19
PH	6.5 a 8.5	8.4	7.9
SÓLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN	150 mg/L	980	260
ACEITES Y GRASAS	20 mg/L	3	1
DEMANDA BIQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO5)	100 mg/L	6	4
ODD	200 mg/L	36	24

CONCLUSIÓN:
 LAS MUESTRAS DE AGUA DEL EFLUENTE DEL HUMEDAL, CUMPLEN CON LOS PARAMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE ACUERDO A Criterios basados en el D.S No. 003-2010- MINAN

Huánuco, 11 DE JULIO DEL 2022

MINISTERIO DE SALUD
 DIRECCION REGIONAL DE SALUD - HUÁNUCO

José Luis Abanto Alvarez
 BIÓLOGO ENCARGADO DE LABORATORIO DE ENTOMOLOGÍA
 D.S. N° 4021

**LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE AGUAS Y ALIMENTOS
 LABORATORIO REGIONAL REFERENCIAL DE SALUD PÚBLICA**

Jr. Dámaso Beraún N° 1017 ☎ (062) 513410-513380-517521 Fax (062) 513261



REG.: 003-2022-LMAA-LRRSP HCO



LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA DE AGUAS

SOLICITANTE: NATALY DEVORA MAYTA ZUÑIGA
TESIS: EFECTO DEL HUMEDAL ARTIFICIAL DE FLUJO SUBSUPERFICIAL CON PLANTAS ACUÁTICAS (PHRAGMITES AUSTRALIS) EN LA BIORREMEDIACIÓN DE AGUAS RESIDUALES, EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS DEL DISTRITO DE AMARILIS- HUÁNUCO

FECHA DE MUESTREO: 16-06-2022 HORA: 06:50
FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS: 16-06-2022 HORA: 11:00
MUESTRA TOMADA POR: NATALY DEVORA MAYTA ZUÑIGA
PRODUCTO: LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA LOS EFLUENTES DE PTAR
D.S No. 003-2010 MINAN
CANTIDAD DE MUESTRAS: 1000 ml

RESULTADOS DE PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS

PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS	LMP	MUESTRA No 01: ENTRADA AL HUMEDAL I.E No 32678 DE CHICCHUY	MUESTRA No 02: SALIDA DEL HUMEDAL I.E No 32678 DE CHICCHUY
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	10000 NMP/100 ml	2750	350

RESULTADOS DE PARAMETROS FÍSICO QUÍMICOS

PARAMETROS FÍSICO QUÍMICOS	LMP	MUESTRA No 01: ENTRADA AL HUMEDAL I.E No 32678 DE CHICCHUY	MUESTRA No 02: SALIDA DEL HUMEDAL I.E No 32678 DE CHICCHUY
TEMPERATURA	<35	19	19
PH	6.5 a 8.5	8.6	7.8
SÓLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN	150 mg/L	860	150
ACEITES Y GRASAS	20 mg/L	1	0
DEMANDA BIQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO5)	100 mg/L	14	9
ODD	200 mg/L	45	21

CONCLUSIÓN:

LAS MUESTRAS DE AGUA DEL EFLUENTE DEL HUMEDAL, CUMPLEN CON LOS PARAMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE ACUERDO A Criterios basados en el D.S No. 003-2010- MINAN

Huánuco, 21 DE JUNIO DEL 2022

MINISTERIO DE SALUD
DIRECCION REGIONAL DE SALUD - HUÁNUCO

Jose Luis Abanto Alvarez
BIÓLOGO ENCARGADO DE LABORATORIO DE ENTOMOLOGÍA
C.B.P. 4920

LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE AGUAS Y ALIMENTOS
LABORATORIO REGIONAL REFERENCIAL DE SALUD PÚBLICA

Jr. Dámaso Beraún N° 1017 ☎ (062) 513410-513380-517521 Fax (062) 513261



REG.: 003-2022-LMAA-LRRSP HCO



LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA DE AGUAS

SOLICITANTE	NATALY DEVORA MAYTA ZUÑIGA
TESIS:	EFFECTO DEL HUMEDAL ARTIFICIAL DE FLUJO SUBSUPERFICIAL CON PLANTAS ACUÁTICAS (PHRAGMITES AUSTRALIS) EN LA BIORREMEDIACIÓN DE AGUAS RESIDUALES, EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS DEL DISTRITO DE AMARILIS- HUÁNUCO
FECHA DE MUESTREO:	16-06-2022 HORA: 06:50
FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS:	16-06-2022 HORA: 11:00
MUESTRA TOMADA POR:	NATALY DEVORA MAYTA ZUÑIGA
PRODUCTO:	LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA LOS EFLUENTES DE PTAR D.S No. 003-2010 MINAN
CANTIDAD DE MUESTRAS:	1000 ml

RESULTADOS DE PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS

PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS	LMP	MUESTRA No 01: ENTRADA AL HUMEDAL I.E No 32678 DE CHICCHUY	MUESTRA No 02: SALIDA DEL HUMEDAL I.E No 32678 DE CHICCHUY
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	10000 NMP/100 ml	2750	350

RESULTADOS DE PARAMETROS FÍSICO QUÍMICOS

PARAMETROS FÍSICO QUÍMICOS	LMP	MUESTRA No 01: ENTRADA AL HUMEDAL I.E No 32678 DE CHICCHUY	MUESTRA No 02: SALIDA DEL HUMEDAL I.E No 32678 DE CHICCHUY
TEMPERATURA	<35	19	19
PH	6.5 a 8.5	8.6	7.8
SÓLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN	150 mg/L	880	150
ACEITES Y GRASAS	20 mg/L	1	0
DEMANDA BIQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO5)	100 mg/L	14	9
ODD	200 mg/L	45	21

CONCLUSIÓN:

LAS MUESTRAS DE AGUA DEL EFLUENTE DEL HUMEDAL CUMPLEN CON LOS PARAMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE ACUERDO A Criterios basados en el D.S No. 003-2010- MINAN

Huánuco, 21 DE JUNIO DEL 2022

MINISTERIO DE SALUD
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD - HUÁNUCO

José Luis Quinto Alvarez
BIOLOGO ENCARGADO DE LABORATORIO DE ENTOMOLOGIA

LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE AGUAS Y ALIMENTOS
LABORATORIO REGIONAL REFERENCIAL DE SALUD PÚBLICA

Jr. Dámaso Beraún N° 1017 ☎ (062) 513410-513380-517521 Fax (062) 513261



GOBIERNO REGIONAL HUÁNUCO

DIRECCION REGIONAL DE SALUD HUANUCO



REG.: 005-2022-LMAA-LRRSP HCO



LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA DE AGUAS

SOLICITANTE

TESIS:

FECHA DE MUESTREO:

FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS:

MUESTRA TOMADA POR:

PRODUCTO:

CANTIDAD DE MUESTRAS :

NATALY DEVORA MAYTA ZUÑIGA

EFFECTO DEL HUMEDAL ARTIFICIAL DE FLUJO SUBSUPERFICIAL CON PLANTAS ACUÁTICAS (PHRAGMITES AUSTRALIS) EN LA BIORREMEDIACIÓN DE AGUAS RESIDUALES, EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS DEL DISTRITO DE AMARILIS- HUÁNUCO

21-06-2022 HORA: 06:40

21-06-2022 HORA: 11:00

NATALY DEVORA MAYTA ZUÑIGA

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA LOS EFLUENTES DE PTAR
D.S No. 003-2010 MINAN

1000 ml

RESULTADOS DE PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS

PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS	LMP	MUESTRA No 01: ENTRADA AL HUMEDAL I.E No 32678 DE CHICCHUY	MUESTRA No 02: SALIDA DEL HUMEDAL I.E No 32678 DE CHICCHUY
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	10000 NMP/100 ml	3471	341

RESULTADOS DE PARAMETROS FÍSICO QUÍMICOS

PARAMETROS FÍSICO QUÍMICOS	LMP	MUESTRA No 01: ENTRADA AL HUMEDAL I.E No 32678 DE CHICCHUY	MUESTRA No 02: SALIDA DEL HUMEDAL I.E No 32678 DE CHICCHUY
TEMPERATURA	<35	19	19
PH	6.5 a 8.5	8.2	7.3
SOLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN	150 mg/L	1500	350
ACEITES Y GRASAS	20 mg/L	1	0
DEMANDA BIQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO5)	100 mg/L	6	6
ODD	200 mg/L	69	19

CONCLUSIÓN:

LAS MUESTRAS DE AGUA DEL EFLENTE DEL HUMEDAL, CUMPLEN CON LOS PARAMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE ACUERDO A Criterios basados en el D.S No. 003-2010- MINAN

Huánuco, 27 DE JUNIO DEL 2022

MINISTERIO DE SALUD
DIRECCION REGIONAL DE SALUD - HUÁNUCO

Jose Luis Abujito Alvarez
BIOLOGO ENCARGADO DE LABORATORIO
DE ENTOMOLOGIA
C.R.P. 4922

LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE AGUAS Y ALIMENTOS
LABORATORIO REGIONAL REFERENCIAL DE SALUD PÚBLICA

Jr. Dámaso Beraún N° 1017 ☎ (062) 513410-513380-517521 Fax (062) 513261



REG.: 007-2022-LMAA-LRRSP HCO



LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA DE AGUAS

SOLICITANTE: NATALY DEVORA MAYTA ZUÑIGA
TESIS: EFECTO DEL HUMEDAL ARTIFICIAL DE FLUJO SUBSUPERFICIAL CON PLANTAS ACUÁTICAS (PHRAGMITES AUSTRALIS) EN LA BIORREMEDIACIÓN DE AGUAS RESIDUALES, EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS DEL DISTRITO DE AMARILIS- HUÁNUCO
FECHA DE MUESTREO: 23-06-2022 HORA: 06:50
FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS: 23-06-2022 HORA: 11:00
MUESTRA TOMADA POR: NATALY DEVORA MAYTA ZUÑIGA
PRODUCTO: LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA LOS EFLUENTES DE PTAR
D.S No. 003-2010 MINAN
CANTIDAD DE MUESTRAS: 1000 ml

RESULTADOS DE PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS

PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS	LMP	MUESTRA No 01: ENTRADA AL HUMEDAL I.E No 32678 DE CHICCHUY	MUESTRA No 02: SALIDA DEL HUMEDAL I.E No 32678 DE CHICCHUY
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	10000 NMP/100 ml	1987	234

RESULTADOS DE PARAMETROS FÍSICO QUÍMICOS

PARAMETROS FÍSICO QUÍMICOS	LMP	MUESTRA No 01: ENTRADA AL HUMEDAL I.E No 32678 DE CHICCHUY	MUESTRA No 02: SALIDA DEL HUMEDAL I.E No 32678 DE CHICCHUY
TEMPERATURA	<35	19	19
PH	6.5 a 8.5	8.2	7.8
SÓLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN	150 mg/L	741	231
ACEITES Y GRASAS	20 mg/L	1	0
DEMANDA BIQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO5)	100 mg/L	7	5
ODD	200 mg/L	38	18

CONCLUSIÓN:

LAS MUESTRAS DE AGUA DEL EFLUENTE DEL HUMEDAL, CUMPLEN CON LOS PARAMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE ACUERDO A Criterios basados en el D.S No. 003-2010- MINAN

Huánuco, 28 DE JUNIO DEL 2022

MINISTERIO DE SALUD
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD - HUÁNUCO

José Luis Acosta Alvarez
BIÓLOGO ENCARGADO DE LABORATORIO DE ENTOMOLOGÍA
C.D.P. 4020

LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE AGUAS Y ALIMENTOS

LABORATORIO REGIONAL REFERENCIAL DE SALUD PÚBLICA

Jr. Dámaso Beraún N° 1017 ☎ (062) 513410-513380-517521 Fax (062) 513261



REG.: 009-2022-LMAA-LRRSP HCO

**LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA DE AGUAS**

SOLICITANTE: NATALY DEVORA MAYTA ZUÑIGA
TESIS: EFECTO DEL HUMEDAL ARTIFICIAL DE FLUJO SUBSUPERFICIAL CON PLANTAS ACUÁTICAS (PHRAGMITES AUSTRALIS) EN LA BIORREMEDIACIÓN DE AGUAS RESIDUALES, EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS DEL DISTRITO DE AMARILIS- HUÁNUCO
FECHA DE MUESTREO: 29-06-2022 HORA: 06:50
FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS: 29-06-2022 HORA: 11:00
MUESTRA TOMADA POR: NATALY DEVORA MAYTA ZUÑIGA
PRODUCTO: LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA LOS EFLUENTES DE PTAR
D.S No. 003-2010 MINAN
CANTIDAD DE MUESTRAS : 1000 ml

RESULTADOS DE PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS

PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS	LMP	MUESTRA No 01: ENTRADA AL HUMEDAL I.E No 32678 DE CHICCHUY	MUESTRA No 02: SALIDA DEL HUMEDAL I.E No 32678 DE CHICCHUY
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	10000 NMP/100 ml	5420	678

RESULTADOS DE PARAMETROS FÍSICO QUÍMICOS

PARAMETROS FÍSICO QUÍMICOS	LMP	MUESTRA No 01: ENTRADA AL HUMEDAL I.E No 32678 DE CHICCHUY	MUESTRA No 02: SALIDA DEL HUMEDAL I.E No 32678 DE CHICCHUY
TEMPERATURA	<35	18	18
PH	6.5 a 9.0	8.65	7.98
SÓLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN	100 mg/L	1680	547
ACEITES Y GRASAS	20 mg/L	1	0
DEMANDA BIQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO5)	100 mg/L	12	9
ODD	200 mg/L	72	21

CONCLUSIÓN:

LAS MUESTRAS DE AGUA DEL EFLUENTE DEL HUMEDAL CUMPLEN CON LOS PARAMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE ACUERDO A Criterios basados en el D.S No. 003-2010- MINAN

Huánuco, 4 DE JULIO DEL 2022

MINISTERIO DE SALUD
 DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD - HUÁNUCO

 José Luis Abanto Alvarez
 BIÓLOGO ENCARGADO DE LABORATORIO DE ENTOMOLOGÍA
 C.A.P. 4020

LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE AGUAS Y ALIMENTOS
LABORATORIO REGIONAL REFERENCIAL DE SALUD PÚBLICA

Jr. Dámaso Beraún N° 1017 ☎ (062) 513410-513380-517521 Fax (062) 513261



REG.: 011-2022-LMAA-LRRSP HCO



LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA DE AGUAS

SOLICITANTE: NATALY DEVORA MAYTA ZUÑIGA
TESIS: EFECTO DEL HUMEDAL ARTIFICIAL DE FLUJO SUBSUPERFICIAL CON PLANTAS ACUÁTICAS (PHRAGMITES AUSTRALIS) EN LA BIORREMEDIACIÓN DE AGUAS RESIDUALES, EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS DEL DISTRITO DE AMARILIS- HUÁNUCO
FECHA DE MUESTREO: 05-07-2022 HORA: 06:50
FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS: 05-07-2022 HORA: 11:00
MUESTRA TOMADA POR: NATALY DEVORA MAYTA ZUÑIGA
PRODUCTO: LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA LOS EFLUENTES DE PTAR D.S No. 003-2010 MINAN
CANTIDAD DE MUESTRAS : 1000 ml

RESULTADOS DE PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS

PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS	LMP	MUESTRA No 01: ENTRADA AL HUMEDAL I.E No 32678 DE CHICCHUY	MUESTRA No 02: SALIDA DEL HUMEDAL I.E No 32678 DE CHICCHUY
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	10000 NMP/100 ml	1987	687

RESULTADOS DE PARAMETROS FÍSICO QUÍMICOS

PARAMETROS FÍSICO QUÍMICOS	LMP	MUESTRA No 01: ENTRADA AL HUMEDAL I.E No 32678 DE CHICCHUY	MUESTRA No 02: SALIDA DEL HUMEDAL I.E No 32678 DE CHICCHUY
TEMPERATURA	<35	19	19
PH	6.5 a 8.5	8.4	7.9
SÓLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN	150 mg/L	980	260
ACEITES Y GRASAS	20 mg/L	3	1
DEMANDA BIQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO5)	100 mg/L	6	4
ODD	200 mg/L	36	24

CONCLUSIÓN:

LAS MUESTRAS DE AGUA DEL EFLUENTE DEL HUMEDAL, CUMPLEN CON LOS PARAMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE ACUERDO A Criterios basados en el D.S No. 003-2010- MINAN

Huánuco, 11 DE JULIO DEL 2022

MINISTERIO DE SALUD
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD - HUÁNUCO

José Luis Alvares Álvarez
BIÓLOGO ENCARGADO DE LABORATORIO DE ENTOMOLOGÍA
C.B.P. 4021

LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE AGUAS Y ALIMENTOS

LABORATORIO REGIONAL REFERENCIAL DE SALUD PÚBLICA

Jr. Dámaso Beraún N° 1017 ☎ (062) 513410-513380-517521 Fax (062) 513261



GOBIERNO REGIONAL HUÁNUCO

DIRECCION REGIONAL DE SALUD HUANUCO



REG.: 013-2022-LMAA-LRRSP HCO



LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA DE AGUAS

SOLICITANTE: NATALY DEVORA MAYTA ZUÑIGA
TESIS: EFECTO DEL HUMEDAL ARTIFICIAL DE FLUJO SUBSUPERFICIAL CON PLANTAS ACUÁTICAS (PHRAGMITES AUSTRALIS) EN LA BIOPREMIACIÓN DE AGUAS RESIDUALES, EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS DEL DISTRITO DE AMARILIS- HUÁNUCO
FECHA DE MUESTREO: 07-07-2022 HORA: 06:50
FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS: 07-07-2022 HORA: 11:00
MUESTRA TOMADA POR: NATALY DEVORA MAYTA ZUÑIGA
PRODUCTO: LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA LOS EFLUENTES DE PTAR
D.S No. 003-2010 MINAN
CANTIDAD DE MUESTRAS : 1000 ml

RESULTADOS DE PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS

PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS	LMP	MUESTRA No 01: ENTRADA AL HUMEDAL I.E No 32678 DE CHICCHUY	MUESTRA No 02: SALIDA DEL HUMEDAL I.E No 32678 DE CHICCHUY
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	10000 NMP/100 ml	6385	540

RESULTADOS DE PARAMETROS FÍSICO QUÍMICOS

PARAMETROS FÍSICO QUÍMICOS	LMP	MUESTRA No 01: ENTRADA AL HUMEDAL I.E No 32678 DE CHICCHUY	MUESTRA No 02: SALIDA DEL HUMEDAL I.E No 32678 DE CHICCHUY
TEMPERATURA	<35	19	19
PH	6.5 ± 8.5	8.2	7.3
SÓLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN	150 mg/L	654	387
ACEITES Y GRASAS	20 mg/L	1	0
DEMANDA BIQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO5)	100 mg/L	9	3
DDO	200 mg/L	74	32

CONCLUSIÓN:

LAS MUESTRAS DE AGUA DEL EFLUENTE DEL HUMEDAL, CUMPLEN CON LOS PARAMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE ACUERDO A Criterios basados en el D.S No. 003-2010- MINAN

Huánuco, 13 DE JULIO DEL 2022

MINISTERIO DE SALUD
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD - HUÁNUCO

José Luis Roberto Alvarez
BIÓLOGO ENCARGADO DE LABORATORIO
DE ENTOMOLOGÍA
C. D. 0000

LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE AGUAS Y ALIMENTOS
LABORATORIO REGIONAL REFERENCIAL DE SALUD PÚBLICA

Jr. Dámaso Beraún N° 1017 ☎ (062) 513410-513380-517521 Fax (062) 513261

ANEXO 06: Análisis de agua residual y cadena de custodia para muestra de agua de la I.E. N° 33313 DE ROSAPAMPA



GOBIERNO REGIONAL HUÁNUCO

DIRECCION REGIONAL DE SALUD HUANUCO



REG.: 002-2022-LMAA-LRRSP HCO



LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA DE AGUAS

SOLICITANTE: NATALY DEVORA MAYTA ZUÑIGA
TESIS: EFECTO DEL HUMEDAL ARTIFICIAL DE FLUJO SUBSUPERFICIAL CON PLANTAS ACUÁTICAS (PHRAGMITES AUSTRALIS) EN LA BIORREMEDIACIÓN DE AGUAS RESIDUALES, EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS DEL DISTRITO DE AMARILIS- HUÁNUCO
FECHA DE MUESTREO: 14-06-2022 HORA: 06:40
FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS: 14-06-2022 HORA: 11:00
MUESTRA TOMADA POR: NATALY DEVORA MAYTA ZUÑIGA
PRODUCTO: LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA LOS EFLUENTES DE PTAR
D.S No. 003-2010 MINAN
CANTIDAD DE MUESTRAS: 1000 ml

RESULTADOS DE PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS

PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS	LMP	MUESTRA No 01: ENTRADA AL HUMEDAL I.E No 33313 DE ROSAPAMPA	MUESTRA No 02: SALIDA DEL HUMEDAL I.E No 33313 DE ROSAPAMPA
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	10000 NMP/100 ml	4560	650

RESULTADOS DE PARAMETROS FÍSICO QUÍMICOS

PARAMETROS FÍSICO QUÍMICOS	LMP	MUESTRA No 01: ENTRADA AL HUMEDAL I.E No 33313 DE ROSAPAMPA	MUESTRA No 02: SALIDA DEL HUMEDAL I.E No 33313 DE ROSAPAMPA
TEMPERATURA	<35	19	19
PH	6.5 a 8.5	8.7	7.85
SOLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN	150 mg/L	2300	460
ACEITES Y GRASAS	20 mg/L	1	0
DEMANDA BIQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO5)	100 mg/L	9	6
DDO	200 mg/L	75	10

CONCLUSIÓN:

LAS MUESTRAS DE AGUA DEL EFLUENTE DEL HUMEDAL, CUMPLEN CON LOS PARAMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE ACUERDO A Criterios basados en el D.S No. 003-2010- MINAN

Huánuco, 20 DE JUNIO DEL 2022

MINISTERIO DE SALUD
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD - HUÁNUCO

Jose Luis Abanto Alvarez
BIÓLOGO ENCARGADO DE LABORATORIO DE ENTOMOLOGÍA
C.B.P. 4020

LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE AGUAS Y ALIMENTOS

LABORATORIO REGIONAL REFERENCIAL DE SALUD PÚBLICA

Jr. Dámaso Beraún N° 1017 ☎ (062) 513410-513380-517521 Fax (062) 513261



REG.: 004-2022-LMAA-LRRSP HCO



LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA DE AGUAS

SOLICITANTE: NATALY DEVORA MAYTA ZUÑIGA
TESIS: EFECTO DEL HUMEDAL ARTIFICIAL DE FLUJO SUBSUPERFICIAL CON PLANTAS ACUÁTICAS (PHRAGMITES AUSTRALIS) EN LA BIORREMEDIACIÓN DE AGUAS RESIDUALES, EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS DEL DISTRITO DE AMARILIS- HUÁNUCO
FECHA DE MUESTREO: 16-06-2022 HORA: 06:50
FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS: 16-06-2022 HORA: 11:00
MUESTRA TOMADA POR: NATALY DEVORA MAYTA ZUÑIGA
PRODUCTO: LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA LOS EFLUENTES DE PTAR
D.S No. 003-2010 MINAN
CANTIDAD DE MUESTRAS: 1000 ml

RESULTADOS DE PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS

PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS	LMP	MUESTRA No 01: ENTRADA AL HUMEDAL I.E No 33313 DE ROSAPAMPA	MUESTRA No 02: SALIDA DEL HUMEDAL I.E No 33313 DE ROSAPAMPA
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	10000 NMP/100 ml	3452	421

RESULTADOS DE PARAMETROS FÍSICO QUÍMICOS

PARAMETROS FÍSICO QUÍMICOS	LMP	MUESTRA No 01: ENTRADA AL HUMEDAL I.E No 33313 DE ROSAPAMPA	MUESTRA No 02: SALIDA DEL HUMEDAL I.E No 33313 DE ROSAPAMPA
TEMPERATURA	<35	18	19
PH	6.5 a 8.5	8.65	7.8
SÓLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN	150 mg/L	1560	120
ACEITES Y GRASAS	20 mg/L	1	0
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO5)	100 mg/L	13	9
DOO	200 mg/L	43	14

CONCLUSIÓN:

LAS MUESTRAS DE AGUA DEL EFLUENTE DEL HUMEDAL, CUMPLEN CON LOS PARAMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE ACUERDO A Criterios basados en el D.S No. 003-2010- MINAN

Huánuco, 21 DE JUNIO DEL 2022

MINISTERIO DE SALUD
DIRECCION REGIONAL DE SALUD HUÁNUCO

José Luis Abanto Alvarez
BIÓLOGO ENCARGADO DE LABORATORIO DE ENTOMOLOGÍA
C.B.P. #020

LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE AGUAS Y ALIMENTOS
LABORATORIO REGIONAL REFERENCIAL DE SALUD PÚBLICA

Jr. Dámaso Beraún N° 1017 ☎ (062) 513410-513380-517521 Fax (062) 513261



REG.: 004-2022-LMAA-LRRSP HCO



LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA DE AGUAS

SOLICITANTE: NATALY DEVORA MAYTA ZUÑIGA
TESIS: EFECTO DEL HUMEDAL ARTIFICIAL DE FLUJO SUBSUPERFICIAL CON PLANTAS ACUÁTICAS (PHRAGMITES AUSTRALIS) EN LA BIORREMEDIACIÓN DE AGUAS RESIDUALES, EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS DEL DISTRITO DE AMARILIS- HUÁNUCO
FECHA DE MUESTREO: 16-06-2022 HORA: 06:50
FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS: 16-06-2022 HORA: 11:00
MUESTRA TOMADA POR: NATALY DEVORA MAYTA ZUÑIGA
PRODUCTO: LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA LOS EFLUENTES DE PTAR
D.S No. 003-2010 MINAN
CANTIDAD DE MUESTRAS: 1000 ml

RESULTADOS DE PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS

PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS	LMP	MUESTRA No 01: ENTRADA AL HUMEDAL I.E No 33313 DE ROSAPAMPA	MUESTRA No 02: SALIDA DEL HUMEDAL I.E No 33313 DE ROSAPAMPA
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	10000 NMP/100 ml	3452	421

RESULTADOS DE PARAMETROS FÍSICO QUÍMICOS

PARAMETROS FÍSICO QUÍMICOS	LMP	MUESTRA No 01: ENTRADA AL HUMEDAL I.E No 33313 DE ROSAPAMPA	MUESTRA No 02: SALIDA DEL HUMEDAL I.E No 33313 DE ROSAPAMPA
TEMPERATURA	<35	18	19
PH	6.5 a 8.5	8.65	7.8
SÓLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN	150 mg/L	1560	120
ACEITES Y GRASAS	20 mg/L	1	0
DEMANDA BIQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO5)	100 mg/L	13	9
ODD	200 mg/L	43	14

CONCLUSIÓN:

LAS MUESTRAS DE AGUA DEL EFLUENTE DEL HUMEDAL, CUMPLEN CON LOS PARAMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE ACUERDO A Criterios basados en el D.S No. 003-2010- MINAN

Huánuco, 21 DE JUNIO DEL 2022

MINISTERIO DE SALUD
DIRECCION REGIONAL DE SALUD HUANUCO

José Luis Abanto Alvarez
BIÓLOGO ENCARGADO DE LABORATORIO DE ENTOMOLOGÍA
C.B.P. 4000

LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE AGUAS Y ALIMENTOS
LABORATORIO REGIONAL REFERENCIAL DE SALUD PÚBLICA

Jr. Dámaso Beraón N° 1017 ☎ (062) 513410-513380-517521 Fax (062) 513261



REG.: 008-2022-LMAA-LRRSP HCO

**LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA DE AGUAS**

SOLICITANTE: NATALY DEVORA MAYTA ZUÑIGA
TESIS: EFECTO DEL HUMEDAL ARTIFICIAL DE FLUJO SUBSUPERFICIAL CON PLANTAS ACUÁTICAS (PHRAGMITES AUSTRALIS) EN LA BIORREMEDIACIÓN DE AGUAS RESIDUALES, EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS DEL DISTRITO DE AMARILIS- HUÁNUCO
FECHA DE MUESTREO: 23-06-2022 HORA: 06:50
FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS: 23-06-2022 HORA: 11:00
MUESTRA TOMADA POR: NATALY DEVORA MAYTA ZUÑIGA
PRODUCTO: LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA LOS EFLUENTES DE PTAR
D.S No. 003-2010 MINAN
CANTIDAD DE MUESTRAS: 1000 ml

RESULTADOS DE PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS

PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS	LMP	MUESTRA No 01: ENTRADA AL HUMEDAL I.E No 33313 DE ROSAPAMPA	MUESTRA No 02: SALIDA DEL HUMEDAL I.E No 33313 DE ROSAPAMPA
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	10000 NMP/100 ml	3478	874

RESULTADOS DE PARAMETROS FÍSICO QUÍMICOS

PARAMETROS FÍSICO QUÍMICOS	LMP	MUESTRA No 01: ENTRADA AL HUMEDAL I.E No 33313 DE ROSAPAMPA	MUESTRA No 02: SALIDA DEL HUMEDAL I.E No 33313 DE ROSAPAMPA
TEMPERATURA	<35	19	19
PH	6.5 a 8.5	8.7	7.9
SÓLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN	150 mg/L	1860	168
ACEITES Y GRASAS	20 mg/L	1	0
DEMANDA BIQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO5)	100 mg/L	9	7
DDO	200 mg/L	39	18

CONCLUSIÓN:

LAS MUESTRAS DE AGUA DEL EFLUENTE DEL HUMEDAL CUMPLEN CON LOS PARAMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE ACUERDO A Criterios basados en el D.S No. 003-2010- MINAN

Huánuco, 28 DE JUNIO DEL 2022

MINISTERIO DE SALUD
 DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD HUÁNUCO

 José Luis Asencio Alvarado
 BIÓLOGO ENCARGADO DEL LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA
 C.B.P. 4020

LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE AGUAS Y ALIMENTOS**LABORATORIO REGIONAL REFERENCIAL DE SALUD PÚBLICA**

Jr. Dámaso Beraún N° 1017 ☎ (062) 513410-513380-517521 Fax (062) 513261



REG.: 008-2022-LMAA-LRRSP HCD



LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA DE AGUAS

SOLICITANTE: NATALY DEVORA MAYTA ZUÑIGA
TESIS: EFECTO DEL HUMEDAL ARTIFICIAL DE FLUJO SUBSUPERFICIAL CON PLANTAS ACUÁTICAS (PHRAGMITES AUSTRALIS) EN LA BIORREMEDIACIÓN DE AGUAS RESIDUALES, EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS DEL DISTRITO DE AMARILIS- HUÁNUCO
FECHA DE MUESTREO: 23-06-2022 HORA: 06:50
FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS: 23-06-2022 HORA: 11:00
MUESTRA TOMADA POR: NATALY DEVORA MAYTA ZUÑIGA
PRODUCTO: LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA LOS EFLUENTES DE PTAR
D.S No. 003-2010 MINAN
CANTIDAD DE MUESTRAS: 1000 ml

RESULTADOS DE PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS

PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS	LMP	MUESTRA No 01: ENTRADA AL HUMEDAL I.E No 33313 DE ROSAPAMPA	MUESTRA No 02: SALIDA DEL HUMEDAL I.E No 33313 DE ROSAPAMPA
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	10000 NMP/100 ml	3478	874

RESULTADOS DE PARAMETROS FÍSICO QUÍMICOS

PARAMETROS FÍSICO QUÍMICOS	LMP	MUESTRA No 01: ENTRADA AL HUMEDAL I.E No 33313 DE ROSAPAMPA	MUESTRA No 02: SALIDA DEL HUMEDAL I.E No 33313 DE ROSAPAMPA
TEMPERATURA	<35	19	19
PH	6.5 a 8.5	8.3	7.9
SÓLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN	150 mg/L	356	168
ACEITES Y GRASAS	20 mg/L	1	0
DEMANDA BIQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO5)	100 mg/L	9	7
ODD	200 mg/L	39	18

CONCLUSIÓN:

LAS MUESTRAS DE AGUA DEL EFLUENTE DEL HUMEDAL, CUMPLEN CON LOS PARAMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE ACUERDO A Criterios basados en el D.S No. 003-2010- MINAN

Huánuco, 28 DE JUNIO DEL 2022

MINISTERIO DE SALUD
 DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD HUÁNUCO

 José Luis Arrieta Arce
 BIÓLOGO ENCARGADO DE LABORATORIO DE ENTOMOLOGÍA
 C.B.P. 4020

LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE AGUAS Y ALIMENTOS

LABORATORIO REGIONAL REFERENCIAL DE SALUD PÚBLICA

Jr. Dámaso Beraún N° 1017 ☎ (062) 513410-513380-517521 Fax (062) 513261



REG.: 010-2022-LMAA-LRRSP HCO



LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA DE AGUAS

SOLICITANTE: NATALY DEVORA MAYTA ZUÑIGA
TESIS: EFECTO DEL HUMEDAL ARTIFICIAL DE FLUJO SUBSUPERFICIAL CON PLANTAS ACUÁTICAS (PHRAGMITES AUSTRALIS) EN LA BIORREMEDIACIÓN DE AGUAS RESIDUALES, EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS DEL DISTRITO DE AMARILIS- HUÁNUCO
FECHA DE MUESTREO: 29-06-2022 HORA: 06:50
FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS: 29-06-2022 HORA: 11:00
MUESTRA TOMADA POR: NATALY DEVORA MAYTA ZUÑIGA
PRODUCTO: LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA LOS EFLUENTES DE PTAR
D.S No. 003-2010 MINAN
CANTIDAD DE MUESTRAS : 1000 ml

RESULTADOS DE PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS

PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS	LMP	MUESTRA No 01: ENTRADA AL HUMEDAL I.E No 33313 DE ROSAPAMPA	MUESTRA No 02: SALIDA DEL HUMEDAL I.E No 33313 DE ROSAPAMPA
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	10000 NMP/100 ml	5780	687

RESULTADOS DE PARAMETROS FÍSICO QUÍMICOS

PARAMETROS FÍSICO QUÍMICOS	LMP	MUESTRA No 01: ENTRADA AL HUMEDAL I.E No 33313 DE ROSAPAMPA	MUESTRA No 02: SALIDA DEL HUMEDAL I.E No 33313 DE ROSAPAMPA
TEMPERATURA	<35	19	19
PH	6.5 a 8.5	8.72	7.86
SÓLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN	150 mg/L	1250	354
ACEITES Y GRASAS	20 mg/L	I	0
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO5)	100 mg/L	15	11
DQO	200 mg/L	75	11

CONCLUSIÓN:

LAS MUESTRAS DE AGUA DEL EFLUENTE DEL HUMEDAL, CUMPLEN CON LOS PARAMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE ACUERDO A Criterios basados en el D.S No. 003-2010- MINAN

Huánuco, 4 DE JULIO DEL 2022

MINISTERIO DE SALUD
DIRECCION REGIONAL DE SALUD - HUÁNUCO

José Luis Alberto Alvarez
BIÓLOGO ENCARGADO DE LABORATORIO DE ENTOMOLOGÍA
C.B.P. 4020

LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE AGUAS Y ALIMENTOS

LABORATORIO REGIONAL REFERENCIAL DE SALUD PÚBLICA

Jr. Dámaso Beraún N° 1017 ☎ (062) 513410-513380-517521 Fax (062) 513261



REG.: 012-2022-LMAA-LRRSP HCO



LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA DE AGUAS

SOLICITANTE: NATALY DEVORA MAYTA ZUÑIGA
TESIS: EFECTO DEL HUMEDAL ARTIFICIAL DE FLUJO SUBSUPERFICIAL CON PLANTAS ACUÁTICAS (PHRAGMITES AUSTRALIS) EN LA BIORREMEDIACIÓN DE AGUAS RESIDUALES, EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS DEL DISTRITO DE AMARILIS- HUÁNUCO
FECHA DE MUESTREO: 05-07-2022 HORA: 06:50
FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS: 05-07-2022 HORA: 11:00
MUESTRA TOMADA POR: NATALY DEVORA MAYTA ZUÑIGA
PRODUCTO: LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA LOS EFLUENTES DE PTAR
D.S No. 003-2010 MINAN
CANTIDAD DE MUESTRAS : 1000 ml

RESULTADOS DE PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS

PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS	LMP	MUESTRA No 01: ENTRADA AL HUMEDAL I.E No 33313 DE ROSAPAMPA	MUESTRA No 02: SALIDA DEL HUMEDAL I.E No 33313 DE ROSAPAMPA
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	10000 NMP/100 ml	5680	742

RESULTADOS DE PARAMETROS FÍSICO QUÍMICOS

PARAMETROS FÍSICO QUÍMICOS	LMP	MUESTRA No 01: ENTRADA AL HUMEDAL I.E No 33313 DE ROSAPAMPA	MUESTRA No 02: SALIDA DEL HUMEDAL I.E No 33313 DE ROSAPAMPA
TEMPERATURA	<35	18	18
PH	6.5 a 8.5	8.6	7.6
SÓLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN	150 mg/L	1120	215
ACEITES Y GRASAS	20 mg/L	1	0
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO5)	100 mg/L	9	8
ODD	200 mg/L	52	21

CONCLUSIÓN:

LAS MUESTRAS DE AGUA DEL EFLUENTE DEL HUMEDAL, CUMPLEN CON LOS PARAMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE ACUERDO A Criterios basados en el D.S No. 003-2010- MINAN

Huánuco, 11 DE JULIO DEL 2022

MINISTERIO DE SALUD
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD - HUÁNUCO
Jose Luis Abanto Alvarez
BIÓLOGO ENCARGADO DE LABORATORIO DE ENTOMOLOGÍA
C.B.P. 4020

LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE AGUAS Y ALIMENTOS
LABORATORIO REGIONAL REFERENCIAL DE SALUD PÚBLICA

Jr. Dámaso Beraún N° 1017 ☎ (062) 513410-513380-517521 Fax (062) 513261



REG.: 014-2022-LMAA-LRRSP HCO



LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA DE AGUAS

SOLICITANTE: NATALY DEVORA MAYTA ZUÑIGA
TESIS: EFECTO DEL HUMEDAL ARTIFICIAL DE FLUJO SUBSUPERFICIAL CON PLANTAS ACUÁTICAS (PHRAGMITES AUSTRALIS) EN LA BIORREMEDIACIÓN DE AGUAS RESIDUALES, EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS DEL DISTRITO DE AMARILIS- HUÁNUCO

FECHA DE MUESTREO: 07-07-2022 HORA: 06:50
FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS: 07-07-2022 HORA: 11:00
MUESTRA TOMADA POR: NATALY DEVORA MAYTA ZUÑIGA
PRODUCTO: LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA LOS EFLUENTES DE PTAR
D.S No. 003-2010 MINAN

CANTIDAD DE MUESTRAS: 1000 ml

RESULTADOS DE PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS

PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS	LMP	MUESTRA No 01: ENTRADA AL HUMEDAL I.E No 33313 DE ROSAPAMPA	MUESTRA No 02: SALIDA DEL HUMEDAL I.E No 33313 DE ROSAPAMPA
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	10000 NMP/100 ml	5680	785

RESULTADOS DE PARAMETROS FÍSICO QUÍMICOS

PARAMETROS FÍSICO QUÍMICOS	LMP	MUESTRA No 01: ENTRADA AL HUMEDAL I.E No 33313 DE ROSAPAMPA	MUESTRA No 02: SALIDA DEL HUMEDAL I.E No 33313 DE ROSAPAMPA
TEMPERATURA	<35	19	19
PH	6.5 a 8.5	8.7	7.8
SÓLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN	150 mg/L	1730	248
ACEITES Y GRASAS	20 mg/L	1	0
DEMANDA BIQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO5)	100 mg/L	7	4
DOO	200 mg/L	47	32

CONCLUSIÓN:

LAS MUESTRAS DE AGUA DEL EFLUENTE DEL HUMEDAL CUMPLEN CON LOS PARAMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE ACUERDO A Criterios basados en el D.S No. 003-2010- MINAN

Huánuco, 13 DE JULIO DEL 2022

MINISTERIO DE SALUD
 DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD - HUÁNUCO

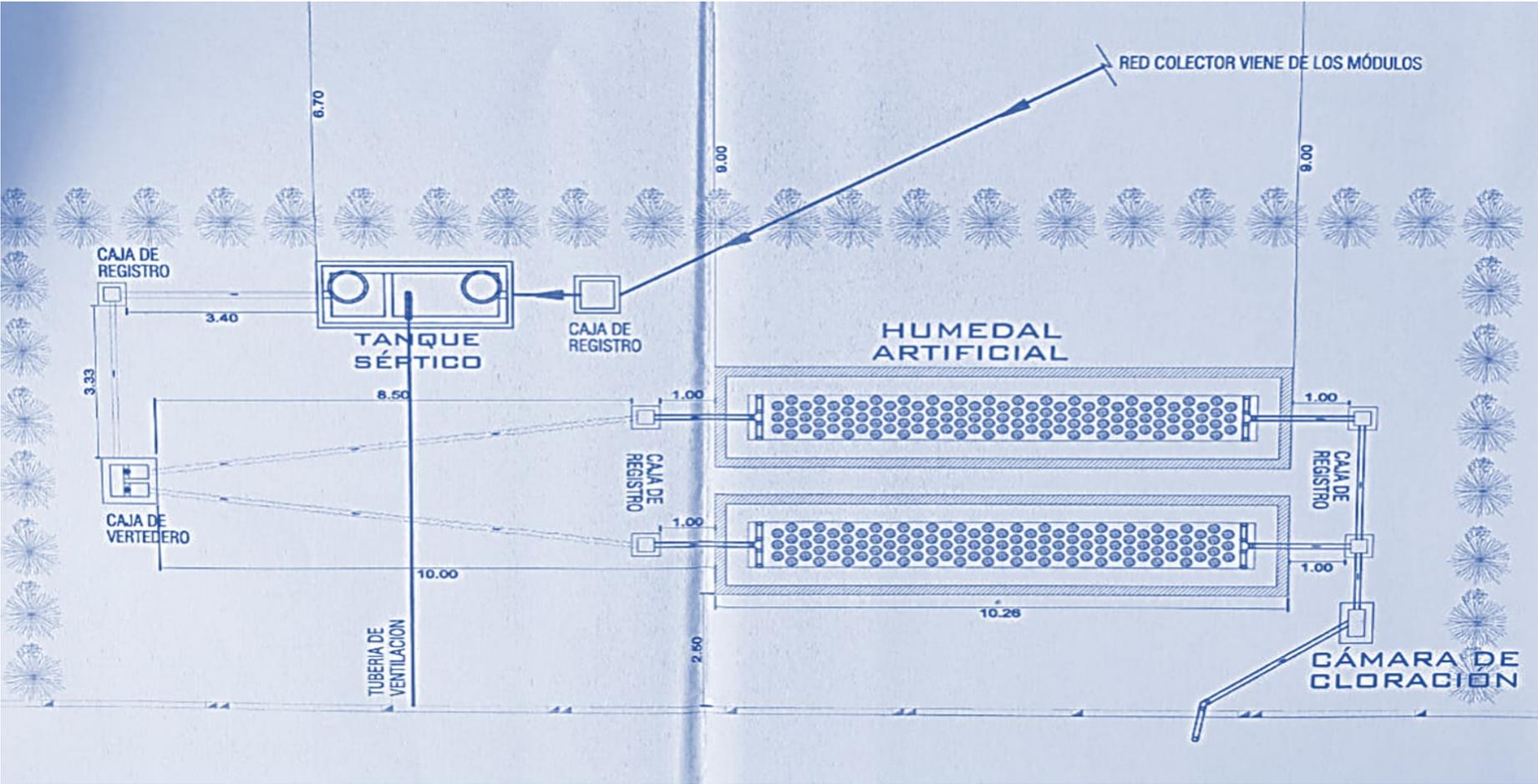
Jose Luis Abanto Alvarez
 BIÓLOGO ENCARGADO DE LABORATORIO
 DE ENTOMOLOGÍA
 C.B.P. 4020

LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE AGUAS Y ALIMENTOS

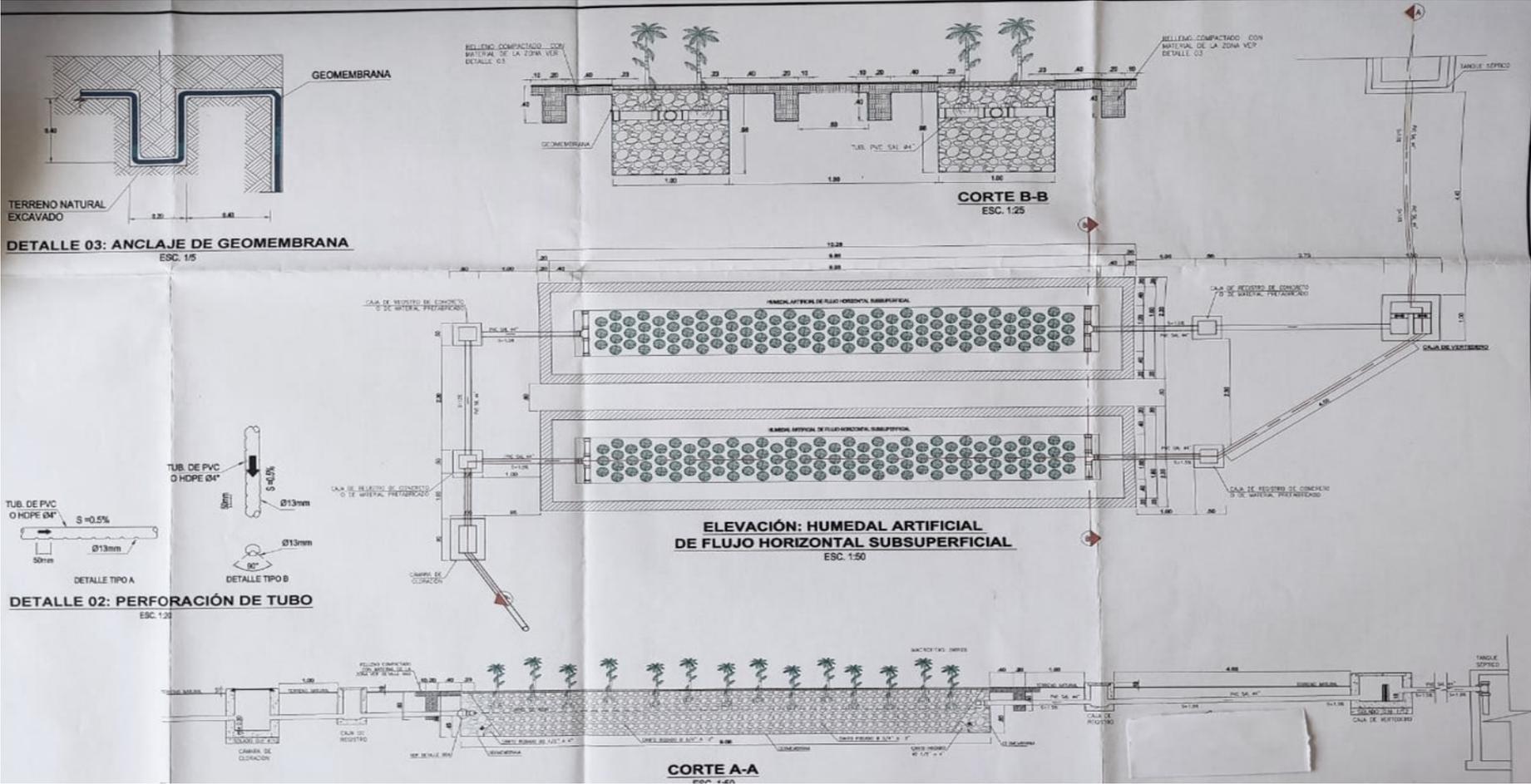
LABORATORIO REGIONAL REFERENCIAL DE SALUD PÚBLICA

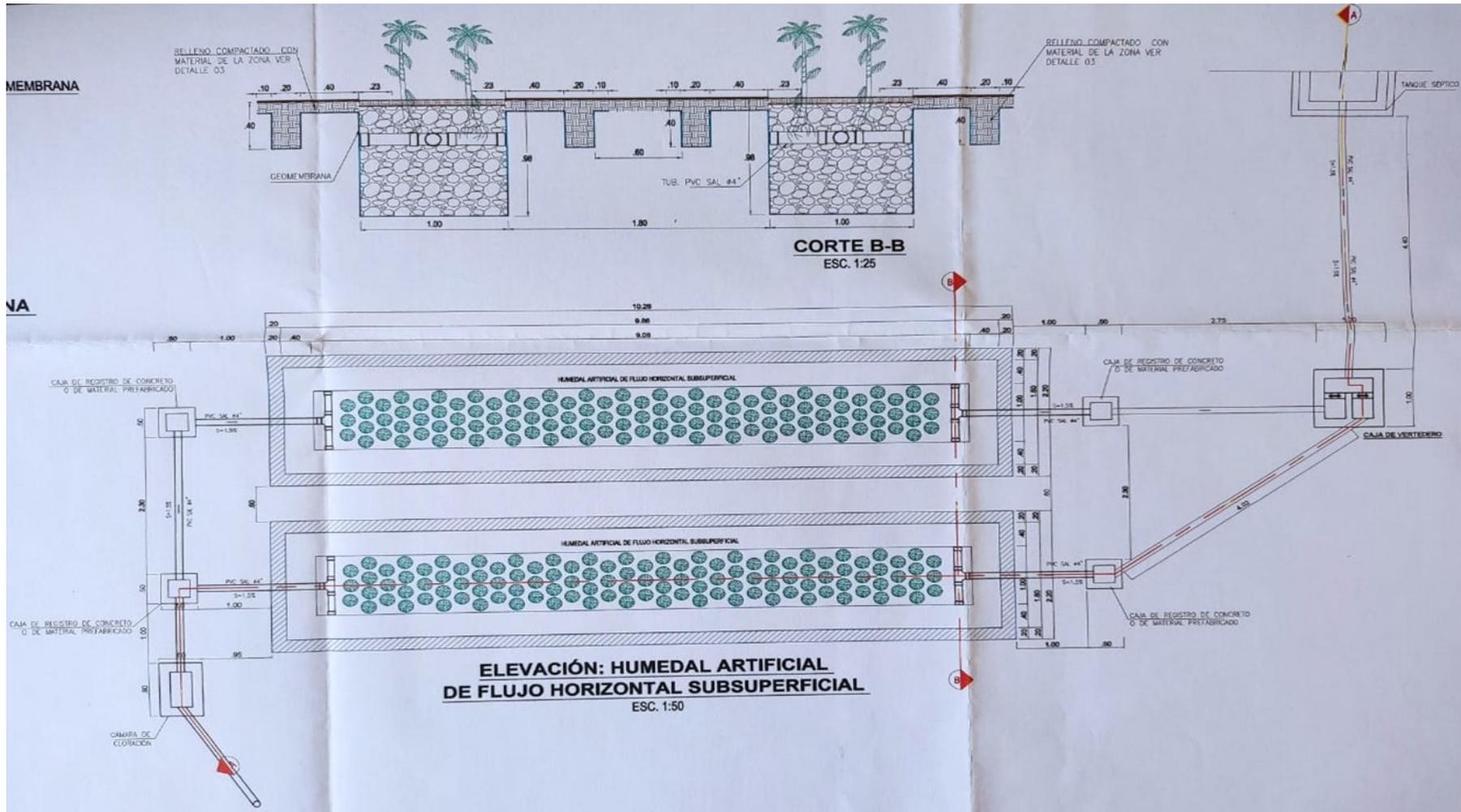
Jr. Dámaso Beraún N° 1017 ☎ (062) 513410-513380-517521 Fax (062) 513261

ANEXO 07: Esquema de la I.E. N° 33313 de ROSAPAMPA



ANEXO 08: Esquema de la I.E. N° 326778 de CHICCHUY





ANEXO 09: Panel fotográfico de la I.E. N° 326778 de CHICCHUY



Ingreso de la Institución Educativa N° 326778 de CHICCHUY



Humedal artificial de la Institución Educativa N° 326778 de CHICCHUY



Primer tratamiento: tanque séptico



Vista: del humedal artificial de las I.E. N°



Realizando la toma de muestra



Las muestras tomadas, guardadas en el couler



Panel fotográfico de la I.E. N° 33313 de ROSAPAMPA



Ingreso a la I.E. N° 33313 de ROSAPAMPA



Humedal artificial de la I.E. N° 33313 de ROSAPAMPA



Primer tratamiento: tanque septico



Realizando la toma de muestras a la entrada del Humedal Artificial



Realizando las tomas de muestra a SALIDAD del Humedal Artificial



Humedal artificial de la institucion educativa N° 33313 de ROSAPAMPA