

UNIVERSIDAD NACIONAL
“SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO”
FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
SANITARIA



**“EFICIENCIA DE LA ESPECIE EICHHORNIA CRASSIPES -
JACINTO DE AGUA EN EL TRATAMIENTO DEL AGUA
RESIDUAL DE LA LAGUNA “MANSIÓN” PARA EL RIEGO DE
LAS ÁREAS VERDES EN LA UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN,
PERIODO - 2015”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO SANITARIO**

AUTOR:

Bach. CECILIA RUFINA, GIRALDO BARBUDO,

Asesor: Ing. MARTIN MIGUEL HUAMAN CARRANZA

HUARAZ – ANCASH – PERU

MAYO - 2018

UNIVERSIDAD NACIONAL
“SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO”
FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
SANITARIA



**“EFICIENCIA DE LA ESPECIE EICHHORNIA CRASSIPES -
JACINTO DE AGUA EN EL TRATAMIENTO DEL AGUA
RESIDUAL DE LA LAGUNA “MANSIÓN” PARA EL RIEGO DE
LAS ÁREAS VERDES EN LA UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN,
PERIODO - 2015”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO SANITARIO**

AUTOR:

Bach. CECILIA RUFINA, GIRALDO BARBUDO,

Asesor: Ing. MARTIN MIGUEL HUAMAN CARRANZA

HUARAZ – ANCASH - PERU

MAYO - 2018



UNIVERSIDAD NACIONAL
SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO
"Una nueva Universidad para el Desarrollo"

REPOSITORIO
INSTITUCIONAL
UNASAM



Dirección del
Instituto de
Investigación

**FORMATO DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TESIS Y TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN,
PARA OPTAR GRADOS ACADÉMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES EN EL
REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL - UNASAM**

Conforme al Reglamento del Repositorio Nacional de Trabajos de Investigación – RENATI.
Resolución del Consejo Directivo de SUNEDU N° 033-2016-SUNEDU/CD

1. Datos del Autor:

Apellidos y Nombres: GIRALDO BARBUDO CECILIA RUFINA

Código de alumno: 082.0704.040 Teléfono: 984560156

Correo electrónico: cegibar1991@gmail.com DNI o Extranjería: 47651596

2. Modalidad de trabajo de investigación:

() Trabajo de investigación () Trabajo académico
() Trabajo de suficiencia profesional (x) Tesis

3. Título profesional o grado académico:

() Bachiller (x) Título () Segunda especialidad
() Licenciado () Magister () Doctor

4. Título del trabajo de investigación:

“EFICIENCIA DE LA ESPECIE EICHHORNIA CRASSIPES – JACINTO DE AGUA EN EL TRATAMIENTO DEL AGUA RESIDUAL DE LA LAGUNA “MANSION” PARA EL RIEGO DE LAS AREAS VERDES EN LA UNIVERSIDAD PERUANA UNION, PERIODO 2015”

5. Facultad de: CIENCIAS DEL AMBIENTE

6. Escuela, Carrera o Programa: INGENIERIA SANITARIA

7. Asesor:

Apellidos y Nombres: HUAMAN CARRANZA MARTIN MIGUEL Teléfono: 944970284

Correo electrónico: mhuaman@unasam.edu.pe DNI o Extranjería: 44779016

A través de este medio autorizo a la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, publicar el trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Institucional Digital, Repositorio Nacional Digital de Acceso Libre (ALICIA) y el Registro Nacional de Trabajos de Investigación (RENATI).

Asimismo, por el presente dejo constancia que los documentos entregados a la UNASAM, versión impresa y digital, son las versiones finales del trabajo sustentado y aprobado por el jurado y son de autoría del suscrito en estricto respeto de la legislación en materia de propiedad intelectual.

Firma: 

D.N.I.: 47651596

FECHA: 25/02/2020



UNIVERSIDAD NACIONAL
SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO
FACULTAD CIENCIAS DEL AMBIENTE



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS PARA OPTAR EL
TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO SANITARIO**

Los Miembros del Jurado Evaluador que suscriben, reunidos para la Ceremonia de Sustentación de la Tesis, que presenta el Señor Bachiller: CECILIA RUFINA GIRALDO BARBUDO.

Tesis Titulada: "EFICIENCIA DE LA ESPECIE EICHHORNIA CRASSIPES—JASINTO DE AGUA EN EL TRATAMIENTO DEL AGUA RESIDUAL DE LA LAGUNA "MANSION" PARA EL RIEGO DE LAS AREAS VERDES EN LA UNIVERSIDAD PERUANA UNION, PERIODO 2015"

Y atendida a la exposición oral y oída las respuestas a las preguntas y observaciones formuladas lo declaramos:

..... *Aprobado*

Con el calificativo de:


..... *15. (Quince)*

En consecuencia, queda en condiciones de ser **APROBADO** por el Consejo de Facultad y recibir el Título Profesional de:


INGENIERO SANITARIO

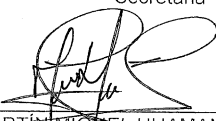
De conformidad con el Art. 113° numeral 113.9 del reglamento General de la UNASAM (Resolución de Consejo Universitario N° 399-2015-UNASAM), el Art. 48° del Reglamento General de Grados y Títulos de la UNASAM (Resolución de Consejo Universitario – Rector N° 761-2017-UNASAM) y el Art. 160° del Reglamento de Gestión de la Programación, Ejecución y Control de las Actividades Académicas (Resolución de Consejo Universitario – Rector N° 432-2016-UNASAM del 28-12-2016).

Huaraz, *03* de *Mayo* del 2018.


Ing. GREGORIO SANTIAGO SAENZ POHL
Presidente


Msc. Bfga. ROSARIO ADRIANA POLO SALAZAR
Secretaria


Msc. Ing. JUDITH ISABEL FLORES ALBORNOZ
Vocal


Ing. MARTÍN MIGUEL HUAMAN CARRANZA
Asesor

DEDICATORIA

Al Creador de todas las cosas, el que me ha dado la fortaleza para continuar cuando he estado a punto de caer, por ello, con toda la humildad que de mi corazón puede emanar, dedico en primer lugar, mi trabajo a Dios.

De igual forma, dedico esta tesis a mis padres: Simón Felipe Giraldo Liñán y Rosa Elodia Barbudo Capillo, porque ellos han dado razón a mi vida, por sus consejos, su apoyo incondicional y su paciencia, todo lo que hoy soy es gracias a ellos.

A mis hermanos: Nelson, Diego Serapio y Mael Arturo, que más que hermanos, son mis verdaderos amigos.

A toda mi familia, que es lo mejor y más valioso que Dios me ha dado.

**CECILIA RUFINA
GIRALDO BARBUDO.**

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios ser maravilloso que me dio fuerza y fe para creer lo que me parecía imposible terminar.

A mis padres, que fueron y son, el motor de mi vida, para continuar con mucha fuerza y voluntad, mi camino, sin rendirme ni dejarme vencer, con la finalidad de obtener un futuro mejor.

A mis hermanos, que me acompañaron en el trayecto de este camino brindándome su apoyo incondicional y sabios consejos para llegar a la meta propuesta.

A la Facultad de Ciencias del Ambiente: Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria, por haberme acogido en todo este periodo de estudios, gracias por abrirme las puertas del conocimiento para estudiar mi carrera, así como también a los diferentes docentes que brindaron sus conocimientos y su apoyo para seguir adelante día a día.

Al Ing. Kiko Félix Depaz Celi por haberme brindado su amistad y la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento, así como también haberme tenido toda la paciencia del mundo. A su manera, ha sido capaz de ganarse mi admiración, así como sentirme en deuda con él, por todo lo recibido durante el periodo de tiempo que ha durado esta tesis.

A mi asesor de Tesis, Ing. Martin Miguel Huamán Carranza, por la orientación, apoyo y corrección de la tesis, gracias por haber inculcado en mí un sentido de seriedad, responsabilidad y rigor académico.

Y para finalizar, también agradezco a todos los que fueron mis compañeros de clase durante todos los niveles de Universidad, ya que gracias al

compañerismo, amistad y apoyo moral han aportado en un alto porcentaje a mis ganas de seguir adelante en mi carrera profesional.

A todos ustedes... ¡MUCHAS GRACIAS!

**CECILIA RUFINA
GIRALDO BARBUDO.**

INDICE GENERAL

INDICE	Pág.
A. DEDICATORIA.....	iii
B. AGRADECIMIENTO.....	iv
C. INDICE.....	vi
D. RESUMEN	xiii

ÍNDICE

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I	18
INTRODUCCION	
01.01 INTRODUCCION.....	18
01.02 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	19
01.03 OBJETIVOS.....	20
01.04 HIPOTESIS	20
 CAPITULO II.....	 21
MARCO TEORICO	
a. ANTECEDENTES	21
b. FUNDAMENTACION DE LA TESIS	23
c. DEFINICION DE TERMINOS.....	42
d. AMBITO DE ESTUDIOS	44
 CAPITULO III	 47
METODOLOGIA	
I. MATERIALES Y METODOS DE LA TESIS	47
II. PLAN DE RECOLECCION DE LA INFORMACION.....	56
III. DISEÑO ESTADISTICO: POBLACION Y MUESTRA.....	57
IV. INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE LA INFORMACION.....	57
 CAPITULO IV.....	 59
RESULTADOS	
04.01 RESULTADOS (CUADROS, GRÁFICOS E INTERPRETACIÓN).....	59

CAPITULO V	116
DISCUSION	
05.01 DISCUSION DE RESULTADOS	116
CAPITULO VI.....	134
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
06.01 CONCLUSIONES.....	134
06.02 RECOMENDACIONES	135
CAPITULO VII.....	136
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	
07.01 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	136
ANEXOS	140

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla N° 1: Características Principales de la Laguna “La Mansión”	60
Tabla N° 2: Datos de campo del área de estudio.....	61
Tabla N° 3: Criterios y dimensionamiento de diseño para el tratamiento del agua:	61
Tabla N° 4: Categoría 3: riego de vegetales y bebida de animales.	63
Tabla N° 5: Categoría 3: riego de vegetales y bebida de animales.	64
Tabla N° 6: Límites máximos permisibles..	65
Tabla N° 7: Resultados.....	66
Tabla N° 8: Estándares nacionales de calidad ambiental-categoría 3, según parámetros analizados.. ..	67
Tabla N° 9: Estándares nacionales de calidad ambiental-categoría 3, según parámetros analizados.. ..	67
Tabla N° 10: Límites Máximos Permisible para efluentes de una PTAR, según parámetros analizados.....	68
Tabla N° 11: Resumen del Cálculo de Aceites y Grasas, según ECA	71
Tabla 12: Resumen del Cálculo de Aceites y Grasas, según LMP.. ..	71
Tabla 13: Resumen del porcentaje de remoción de Aceites y Grasas.....	71
Tabla 14: Resumen del Cálculo de Conductividad, según ECA.. ..	72
Tabla 15: Resumen del Cálculo de Fosfato, según ECA.....	74
Tabla 16: Resumen del porcentaje de remoción de Fosfatos.. ..	74
Tabla 17: Resumen del Cálculo de PH, según ECA.. ..	76
Tabla 18: Resumen del Cálculo de PH, según LMP.	76
Tabla 19: Resumen del Cálculo de Solidos Sedimentables.....	78
Tabla 20: Resumen del porcentaje de remoción de Solidos Sedimentables.....	78
Tabla 21: Resumen del Cálculo de Solidos Totales.	80
Tabla 22: Resumen del porcentaje de remoción de Solidos totales.	80
Tabla 23: Resumen del Cálculo de Solidos Totales en suspensión, según LMP.	82
Tabla 24: Resumen del porcentaje de remoción de Solidos totales en suspensión.	82
Tabla 25: Resumen del Cálculo de Solidos volátiles, según ECA o LMP.....	84
Tabla 26: Resumen del porcentaje de remoción de Solidos volátiles.	84
Tabla 27: Resumen del Cálculo de Temperatura, según LMP	86
Tabla 28: Resumen del Cálculo de turbiedad, según ECA o LMP	87

Tabla 29: Resumen del porcentaje de remoción de turbiedad.....	87
Tabla 30: Resumen del Cálculo de arsénico total, según ECA	89
Tabla 31: Resumen del porcentaje de remoción de arsénico total.	89
Tabla 32: Resumen del Cálculo de plomo total, según ECA	91
Tabla 33: Resumen del porcentaje de remoción de plomo total.....	91
Tabla 34: Resumen del Cálculo de DBO, según ECA.	94
Tabla 35: Resumen del Cálculo de DBO, según LMP.....	94
Tabla 36: Resumen del porcentaje de remoción de DBO.	94
Tabla 37: Resumen del Cálculo de DQO, según ECA.....	97
Tabla 38: Resumen del Cálculo de DQO, según LMP.....	97
Tabla 39: Resumen del porcentaje de remoción de DQO..	97
Tabla 40: Resumen del Cálculo de OD, según ECA.....	99
Tabla 41: Resumen del porcentaje de remoción de OD..	99
Tabla 42: Resumen del Cálculo de Nitrógeno Amoniacal, según ECA o LMP.....	101
Tabla 43: Resumen del porcentaje de remoción del Nitrógeno Amoniacal.....	101
Tabla 44: Resumen del Cálculo de Nitratos, según ECA.....	103
Tabla 45: Resumen del porcentaje de remoción de Nitratos.	103
Tabla 46: Resumen del Cálculo de Coliformes Totales, según ECA (*).	106
Tabla 47: Resumen del Cálculo de Coliformes Totales, según ECA (**).	106
Tabla 48: Resumen del porcentaje de remoción de Coliformes Totales.	107
Tabla 49: Resumen del Cálculo de Coliformes fecales o Termotolerantes, según ECA (*).....	110
Tabla 50: Resumen del Cálculo de Coliformes fecales o Termotolerantes, según ECA (**).	110
Tabla 51: Resumen del Cálculo de Coliformes fecales o Termotolerantes, según LMP (***).....	111
Tabla 52: Resumen del porcentaje de remoción de Coliformes fecales o Termotolerantes.....	111
Tabla 53: Resumen del Cálculo de Huevos de Helmintos, según ECA (*).	113
Tabla 54: Resumen del Cálculo de Huevos de Helmintos, según ECA (**).	114
Tabla 55: Resumen del porcentaje de remoción de Huevos de Helmintos	114
Tabla 56: Resumen del Porcentaje de Remoción de cada parámetro analizado.	115
Tabla 57: Análisis de valores obtenidos para Aceites y Grasas.	117

Tabla 58: Análisis de valores obtenidos para la Conductividad.....	117
Tabla 59: Análisis de valores obtenidos para el Fosfato	118
Tabla 60: Análisis de valores obtenidos para los Solidos Sedimentables.	119
Tabla 61: Análisis de valores obtenidos para los Solidos Totales.....	119
Tabla 62: Análisis de valores obtenidos para los Solidos Totales en suspensión.	120
Tabla 63: Análisis de valores obtenidos para los Solidos Volátiles.....	120
Tabla 64: Análisis de valores obtenidos para la Turbiedad.....	121
Tabla 65: Análisis de valores obtenidos para el Arsénico total.....	121
Tabla 66: Análisis de valores obtenidos para el Plomo total.....	122
Tabla 67: Análisis de valores obtenidos para la DBO.....	122
Tabla 68: Análisis de valores obtenidos para la DQO.....	123
Tabla 69: Análisis de valores obtenidos para el OD.	123
Tabla 70: Análisis de valores obtenidos para el Nitrógeno Amoniacal.	124
Tabla 71: Análisis de valores obtenidos para el Nitrato.....	125
Tabla 72: Análisis de valores obtenidos para los Coliformes Totales.....	125
Tabla 73: Análisis de valores obtenidos para los Coliformes Fecales o Termotolerantes... ..	126
Tabla 74: Análisis de valores obtenidos para los Huevos de Helmintos.....	126

LISTA DE GRÁFICOS

	Pág.
Figura 1. Jacinto de Agua.....	28
Figura 2. Raíz de la especie Eichhornia Crassipes.....	29
Figura 3. Morfología del Jacinto de Agua.....	29
Figura 4. Desarrollo de crecimiento del Jacinto de Agua.....	30
Figura 5. Mapa de Perú y departamento de Lima.	46
Figura 6. Distrito de Lurigancho-Chosica.	46
Figura 7. Zona de Estudio “Universidad Peruana Unión”.	47
Figura 8. Identificación de aves en la laguna Mansión.	50
Figura 9. Identificación de aves en la laguna Mansión: Gansos	50
Figura 10. Identificación de reptiles en la laguna Mansión: Iguana.....	50
Figura 11. Peces existentes en la laguna: Tilapias.....	52
Figura 12. Ubicación del proyecto..	52
Figura 13. Diseño y construcción del sistema flotante.....	55
Figura 14. Sistemas flotantes implementados en el área de estudio.....	56
Figura 15. Aceites y Grasas VS ECA. (*) ECA – Categoría 3: Riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto	69
Figura 16. Aceites y Grasas VS LMP. (**) Límites Máximos permisibles para efluentes de una PTAR.	69
Figura 17. Porcentaje de remoción de Aceites y Grasas: Laguna Mansión.	70
Figura 18. Conductividad VS ECA. (*) ECA – Categoría 3: Riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto..	72
Figura 18. Fosfato VS ECA. (*) ECA – Categoría 3: Riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto.	73
Figura 19. Porcentaje de remoción de Aceites y Grasas: Laguna Mansión..	74
Figura 20. PH VS ECA. (*) ECA – Categoría 3: Riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto..	75
Figura 21. PH VS LMP. (**) Límites Máximos permisibles para efluentes de una PTAR..	75
Figura 22. SOL. SEDIMENTABLES VS ECA o LMP.	77
Figura 23. Porcentaje de remoción de Sólidos Sedimentables: Laguna Mansión.....	78
Figura 24. SOL. TOTALES VS ECA o LMP.	79

Figura 25. Porcentaje de remoción de Solidos Totales: Laguna Mansión.	80
Figura 26. SOL. TOT. EN SUSPENSION VS LMP. (*) Límites Máximos permisibles para efluentes de una PTAR.	81
Figura 27. Porcentaje de remoción de Solidos Totales en suspensión: Laguna Mansión.	82
Figura 28. SOLIDOS VOLATILES VS ECA o LMP.	83
Figura 29. Porcentaje de remoción de Solidos Volátiles: Laguna Mansión.	84
Figura 30. TEMPERATURA VS LMP. (*) Límites Máximos permisibles para efluentes de una PTAR.	85
Figura 31. TURBIEDAD VS ECA o LMP.	86
Figura 32. Porcentaje de remoción de Turbiedad: Laguna Mansión.	87
Figura 33. ARSENICO TOTAL VS ECA. (*) ECA – Categoría 3: Riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto.	88
Figura 34. Porcentaje de remoción de Arsénico total: Laguna Mansión.	89
Figura 35. PLOMO TOTAL VS ECA. (*) ECA – Categoría 3: Riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto.	90
Figura 36. Porcentaje de remoción de Plomo total: Laguna Mansión.	91
Figura 37. DBO VS ECA. (*) ECA – Categoría 3: Riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto.	92
Figura 38. DBO VS LMP. (**) Límites Máximos permisibles para efluentes de una PTAR.	92
Figura 39. Porcentaje de remoción de la DBO: Laguna Mansión.	93
Figura 40. DQO VS ECA. (*) ECA – Categoría 3: Riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto.	95
Figura 41. DQO VS LMP. (**) Límites Máximos permisibles para efluentes de una PTAR.	95
Figura 42. Porcentaje de remoción de la DQO: Laguna Mansión.	96
Figura 43. OD VS ECA. (*) ECA – Categoría 3: Riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto.	98
Figura 44. Porcentaje de remoción del OD: Laguna Mansión.	99
Figura 45. NITROGENO AMONIACAL VS ECA o LMP.	100
Figura 46. Porcentaje de remoción de Nitrógeno amoniacal: Laguna Mansión. (101).	101
Figura 47. NITRATOS VS ECA. (*) ECA – Categoría 3: Riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto.	102
Figura 48. Porcentaje de remoción de Nitratos. Laguna Mansión.	103

Figura 49. Coliformes totales VS ECA. (*) ECA – Categoría 3: Riego de vegetales de tallo bajo..	104
Figura 50. Coliformes totales VS ECA. (**) ECA – Categoría 3: Riego de vegetales de tallo alto..	104
Figura 51. Porcentaje de remoción de Coliformes Totales: Laguna Mansión.	106
Figura 52. Coliformes fecales o Termotolerantes VS ECA. (*) ECA – Categoría 3: Riego de vegetales de tallo bajo..	107
Figura 53. Coliformes fecales o Termotolerantes VS ECA. (**) ECA – Categoría 3: Riego de vegetales de tallo alto.	108
Figura 54. Coliformes fecales o Termotolerantes VS LMP. (***) Límites Máximos permisibles para efluentes de una PTAR.....	108
Figura 55. Porcentaje de remoción de Coliformes fecales o Termotolerantes: Laguna Mansión... ..	110
Figura 56. Helmintos VS ECA. (*) ECA – Categoría 3: Riego de vegetales de tallo bajo..	112
Figura 57. Helmintos VS ECA. (**) ECA – Categoría 3: Riego de vegetales de tallo alto.	112
Figura 58. Porcentaje de remoción de Huevos de Helmintos: Laguna Mansión.	113
Figura 59. Resumen del Porcentaje de remoción de cada parámetro analizado.....	116

RESUMEN

Los tratamientos de aguas residuales que involucran macrofitas flotantes han demostrado ser eficientes en la remediación de aguas con contenidos de nutrientes, materia orgánica y sustancias tóxicas como arsénico, zinc, cadmio, cobre, plomo, cromo, y mercurio. Su importancia radica en su aptitud para ser empleados en núcleos rurales debido a su bajo consumo de energía convencional y la practicidad en el montaje y operación de los sistemas de tratamiento.

La presente tesis que lleva por título **“EFICIENCIA DE LA ESPECIE EICHHORNIA CRASSIPES - JACINTO DE AGUA EN EL TRATAMIENTO DEL AGUA RESIDUAL DE LA LAGUNA “MANSIÓN” PARA EL RIEGO DE LAS ÁREAS VERDES EN LA UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN, PERIODO - 2015**, pretende dar a conocer la eficiencia de la Especie Eichhornia Crassipes – Jacinto de Agua (macrofitas), en la remediación del agua residual de la laguna “Mansión”, para el riego de áreas verdes en la Universidad Peruana Unión.

En este trabajo, se presenta un estudio sobre: el diagnóstico actual de la Laguna “Mansión” (para la obtención de los datos de campo), caracterización del agua residual de la laguna (antes y después del tratamiento: análisis de contaminantes), el diseño y construcción de los sistemas flotantes (los cuales sujetarán a la Eichhornia Crassipes), la implementación de la Eichhornia Crassipes - Jacinto de agua a la Laguna Mansión y la comparación de los resultados (después del tratamiento) con los Estándares Nacionales de Calidad (ECA – Categoría 3: riego de vegetales y bebida de animales) y los Límites Máximos Permisibles (LMP: Efluente de una PTAR), para saber, si los valores finales, están dentro de los rangos establecidos.

En el tratamiento de remoción de parámetros mediante el Jacinto de agua, se obtuvieron los siguientes resultados: una remoción del 98.77% con Sólidos Volátiles finales de <1 mg/litro, remoción del 34.24% con turbiedad final de 12.10 UNT, remoción del 80.00% con arsénico total final de <0.010 mg/litro As, remoción del 79.08% con plomo total final de 0.032 mg/litro Pb, remoción del 6.76% con oxígeno disuelto final de 6.21 mg/litro, remoción del 98.08% con Coliforme total final de 460 NMP/100 ml. Y una remoción de 97.82% de Coliforme fecal final de 240 NMP/100 ml.

Al final, se demostró, la eficiencia de la especie *Eichhornia Crassipes*, en el tratamiento de las aguas residuales para el riego de áreas verdes, además de que se realizó el trabajo sin dañar al medio ambiente, mejorando la estética de la Universidad a través del uso de recursos naturales beneficiosos.

Palabras clave: aguas residuales, tratamiento de agua, *Eichhornia Crassipes*, sistema flotante, contaminación, laguna.

ABSTRACT

Wastewater treatments involving floating macrophytes have proven to be efficient in remediating waters with nutrient contents, organic matter and toxic substances such as arsenic, zinc, cadmium, copper, lead, chromium, and mercury. Its importance lies in its ability to be used in rural areas due to its low consumption of conventional energy and the practicality in the assembly and operation of the treatment systems.

This thesis entitled **"EFFICIENCY OF THE SPECIES EICHHORNIA CRASSIPES - JACINTO DE AGUA IN THE TREATMENT OF THE WASTE WATER OF LAGUNA" MANSIÓN "FOR THE IRRIGATION OF THE GREEN AREAS AT UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN, PERIODO - 2015**, aims to give know the efficiency of the Eichhornia Crassipes Species - Jacinto de Agua (macrophyte), in the remediation of the residual water of the "Mansion" lagoon, for the irrigation of green areas in the Universidad Peruana Unión.

In this work, a study is presented on: the current diagnosis of the "Mansion" Lagoon (to obtain the field data), the characterization of the residual water of the lagoon (before and after the treatment: analysis of pollutants), the design and construction of the floating systems (which will hold the Eichhornia Crassipes), the implementation of the Eichhornia Crassipes - water hyacinth to the Mansion Lagoon and the comparison of the results (after the treatment) with the National Quality Standards (ECA) - Category 3: irrigation of vegetables and animal drink) and the Maximum Permissible Limits (LMP: Effluent of a WWTP), to know if the final values are within the established ranges.

In the treatment of removal of parameters by water hyacinth, the following results were obtained: a 98.77% removal with final Volatile Solids of <1 mg / liter, removal of 34.24% with final turbidity of 12.10 UNT, removal of 80.00% with final total arsenic of <0.010 mg / liter As, removal of 79.08% with final total lead of 0.032 mg / liter Pb, removal of 6.76% with final dissolved oxygen of 6.21 mg / liter, removal of 98.08% with final total coliform 460 NMP / 100 ml. And a 97.82% removal of final fecal coliform of 240 NMP / 100 ml.

In the end, the efficiency of the Eichhornia Crassipes species was demonstrated in the treatment of wastewater for the irrigation of green areas, in addition to the work being

done without damaging the environment, improving the aesthetics of the University through the use of beneficial natural resources.

Keywords: wastewater, water treatment, Eichhornia Crassipes, floating system, pollution, lagoon.

CAPITULO I

1.1 INTRODUCCION.

La pérdida constante de recursos naturales es uno de los mayores problemas que enfrenta el planeta en la actualidad, entre los más importantes para mantener la vida se encuentra el agua. Sin embargo con el crecimiento poblacional y la demanda diaria de este recurso, su contaminación ha incrementado de forma acelerada y la calidad ha disminuido a tal límite, que cada vez para más personas se vuelve difícil el acceso a este recurso en grandes cantidades y en buenas condiciones para el consumo humano.

Este trabajo surgió, de la necesidad de mejorar la calidad de las aguas residuales provenientes de la Laguna “Mansión”, las cuales, serán utilizadas en el riego de las áreas verdes de la Universidad Peruana Unión.

Este documento, pone en consideración el análisis diagnóstico de la Laguna Mansión, determinando su funcionamiento y verificando la concentración de contaminantes presentes en el agua, ya que, las aguas están siendo utilizadas en el riego de áreas verdes, sin ningún tipo de tratamiento. A través de la aplicación de una nueva especie de planta acuática flotante: *Eichhornia Crassipes* – Jacinto de Agua, se dispuso a mejorar la calidad del agua residual.

La meta de este estudio, es determinar la eficiencia de la Especie *Eichhornia Crassipes* – Jacinto de Agua, aplicadas en el tratamiento de aguas residuales, determinado por la remoción de contaminantes y su uso en el riego de vegetales.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Este proyecto de investigación, surge a raíz de querer reducir la concentración de parámetros presentes en el agua de la Laguna Mansión, de manera que, el agua pueda ser utilizada para el riego de áreas verdes de la Universidad Peruana Unión. Para este proyecto, se contó con la participación de docentes que laboran en la Universidad Peruana Unión y alumnos (tesistas) pertenecientes a la universidad ya mencionada y la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo (Mi persona).

El proyecto propuesto, es de tipo transversal: exploratorio, en el cual se aplicara la Fito remediación, definida como una tecnología sustentable que se basa en el uso de plantas para reducir in situ la concentración o peligrosidad de contaminantes orgánicos e inorgánicos de suelos, sedimentos, agua, y aire, a partir de procesos bioquímicos realizados por las plantas y microorganismos asociados a su sistema de raíz que conducen a la reducción, mineralización, degradación, volatilización y estabilización de los diversos tipos de contaminantes.

Como estrategia se utilizará la especie *Eichhornia Crassipes* - Jacinto de agua que se basa exclusivamente en hacer crecer, en la laguna “Mansión”, raíces de plantas terrestres con alta tasa de crecimiento y área superficial para absorber, concentrar y precipitar metales pesados de aguas residuales contaminadas.

Se desarrollarán Durante los meses de mayo a diciembre de 2015, actividades experimentales, teóricas y aplicativas.

A raíz del planteamiento del problema, surge la pregunta:

¿Es eficiente la especie *Eichhornia Crassipes* - Jacinto de agua en el tratamiento del agua residual de la Laguna “Mansión” para el riego de las áreas verdes en la Universidad Peruana Unión, periodo – 2015?

1.3 OBJETIVOS.

1.3.1 GENERAL

- i. Determinar la eficiencia de la especie *Eichhornia Crassipes* - Jacinto de agua en el tratamiento del agua residual de la laguna “mansión” para el riego de las áreas verdes en la Universidad Peruana Unión.

1.3.2 ESPECÍFICOS

- i. Diagnosticar el estado actual del sistema de tratamiento de la laguna “Mansión”.
- ii. Caracterizar el agua residual de la laguna “Mansión” antes y después del tratamiento con la especie *Eichhornia Crassipes* - Jacinto de agua.
- iii. Realizar un análisis comparativo de los resultados obtenidos con referencia a la normatividad nacional.
- iv. Aplicar y evaluar el tratamiento de aguas residuales con plantas acuáticas a nivel de riego de áreas verdes.
- v. Plantear una propuesta adicional (otro tratamiento), en asociación con la Especie *Eichhornia Crassipes*, en el tratamiento de las aguas residuales.

1.4 HIPOTESIS.

La especie *Eichhornia Crassipes* - Jacinto de agua, es eficiente en el tratamiento del agua residual de la laguna “Mansión”, siendo apta para el riego de las áreas verdes en la Universidad Peruana Unión.

CAPITULO II

2.1 MARCO TEÓRICO.

Este capítulo pone en consideración los fundamentos científicos necesarios empleados como base para el desarrollo de este estudio, los mismos que han sido extraídos de libros, investigaciones afines, revistas científicas y publicaciones en internet. De tal manera que aquellos lectores e investigadores interesados tengan una percepción clara de los términos que se manejaron como íconos en el proceso investigativo.

a. ANTECEDENTES

a.1. A nivel Internacional.

En Chile se ha estado poniendo cada vez más énfasis en el tratamiento de las aguas residuales, toda vez que el país avanza a mayores grados de desarrollo. En este sentido, se aplican a la industria, a la minería y a los centros urbanos, sofisticados sistemas de tratamientos que combinan procesos físicos, químicos y biológicos para tratar los efluentes. Sin embargo, poco se sabe de los sistemas biológicos de tratamiento de aguas residuales con plantas acuáticas, quizás más por desconocimiento que por su factibilidad. Estos sistemas de purificación pueden ser naturales o bien diseñados y contruidos por el hombre (artificiales), y se han estado utilizando en todo el mundo, especialmente en Europa.

La utilización de plantas acuáticas ha sido desarrollada como un tratamiento secundario o terciario alternativo de aguas residuales y ha demostrado ser eficiente en la remoción de una amplia gama de sustancias, orgánicas, así como nutrientes y metales pesados (Novotny and Olem, 1994).

El mecanismo mediante el cual la planta saca del agua residual el contaminante, es el siguiente: las plantas acuáticas, que constituyen la base de la tecnología de los Wetland, tienen la propiedad de inyectar grandes cantidades de oxígeno hacia sus raíces. El aire que no es

aprovechado por la especie y que esta expele, es absorbido por microorganismos, como bacterias y hongos, que se asocian a la raíz y se encargan de metabolizar los contaminantes que entran al sistema (Novotny and Olem, 1994).

La depuración de aguas residuales con plantas acuáticas flotantes es uno de los sistemas más utilizados y consiste en estanques o canales de profundidad que fluctúan entre los 0.4 a 1.5 m. estos estanques son alimentados con agua residual, en los que se desarrolla una especie flotante. Algunas de las especies que se pueden utilizar son: Jacinto de Agua (*Eichhornia Crassipes*), lenteja de agua y Azolla (Metcalf y Eddy, 1995).

El Jacinto de agua (*Eichhornia Crassipes*), es una de las especies acuáticas más estudiadas, debido a sus características depuradoras y facilidad de proliferación, especialmente en regiones tropicales y sub tropicales, que incluyen las áreas comprendidas entre San Francisco (Estados Unidos) y Lebu (Chile). Esta planta obtiene del agua todos los nutrientes que requiere para su metabolismo, siendo el nitrógeno y el fosforo, junto con los iones de potasio, calcio, magnesio, fierro, amonio, nitrito, sulfato, cloro, fosfato y carbonato, los más importantes.

a.2. A nivel nacional.

Una de las formas más comunes, en la ceja de selva peruana, de contaminar el medio ambiente es con el agua residual del beneficio húmedo de café, como lo vienen haciendo los caficultores del distrito La Coipa, provincia de San Ignacio, Región Cajamarca. El análisis del agua residual de despulpado arrojó DBO: 7287 ppm y sólidos totales (ST): 11355 ppm; el agua residual de lavado de café presentó DBO: 5847 ppm y ST: 7977 ppm; ambas son descargadas a quebradas de las fincas cafetaleras, cuyo impacto total fue DBO igual a 13134 ppm, ST equivalente a 19332 ppm y con pH alrededor de 5, como resultado de la exposición de ácidos carboxílicos menores. El tratamiento para depuración de estas aguas en tiempo de campaña de cosecha de café

Abril a Setiembre de cada año, fue posible con la construcción de un biosistema o humedal con macrofitas sembradas como el Jacinto acuático (*Eichhornia Crassipes*), donde se retenía las aguas de lavado de café durante 50 días. Al cabo de este tiempo, el agua que sale del humedal tenía una DBO de 98 ppm y ST de 148 ppm, con lo cual cumple las normas ambientales que establece los límites máximos permisibles para arrojar aguas utilizadas a los cauces de aguas dulces como quebradas o ríos, las que no deben superar una DBO de 100 ppm y ST de 150 ppm. El biosistema con Jacinto acuático alcanzó una reducción para la DBO de 86,57 % y para ST de 98,14 % (Garay Román, Juan Manuel, 2014).

b. FUNDAMENTACIÓN DE LA TESIS

Este proyecto de investigación, surge a raíz de querer reducir la concentración de parámetros presentes en el agua de la Laguna Mansión, de manera que, el agua pueda ser utilizada para el riego de áreas verdes de la Universidad Peruana Unión.

Como estrategia se utilizará la especie *Eichhornia Crassipes* - Jacinto de agua que se basa exclusivamente en hacer crecer, en la laguna “Mansión”, raíces de plantas terrestres con alta tasa de crecimiento y área superficial para absorber, concentrar y precipitar metales pesados de aguas residuales contaminadas.

A continuación, se pone en consideración los fundamentos científicos necesarios empleados como base para el desarrollo de este estudio:

1. Aguas Residuales:

Agua residual, “una combinación de los líquidos y residuos arrastrados por el agua, provenientes de casas, edificios comerciales, fabricas e instituciones, combinada con cualquier agua subterránea, superficial o pluvial que pueda estar presente” (Tratamiento de aguas residuales, George Lainez, 2000).

2. Constituyentes del agua residual:

Los constituyentes encontrados en las aguas residuales pueden ser clasificados como físicos, químicos y biológicos. De los constituyentes del agua residual, los sólidos suspendidos, los compuestos orgánicos biodegradables y los organismos patógenos son de mayor importancia, y por ello la mayoría de instalaciones de manejo de aguas residuales deben ser diseñadas para su remoción. Antes de considerar las características físicas, químicas y biológicas del agua residual, es conveniente tratar brevemente los procedimientos analíticos usados para la caracterización de las aguas residuales (Carriño Moreno María Janeth, 2006).

3. Nutrientes:

Los nutrientes son compuestos químicos necesarios para el ciclo de vida de ciertos microorganismos, para sus funciones de almacenamiento y reutilización, siendo perjudiciales en grandes cantidades en los cuerpos receptores (García Trujillo Zarela Milagros, 2012).

Para la caracterización del agua residual cruda, los nutrientes se clasifican en:

- i. Fosforo total:
 - Orto Fosfato.
 - Poli Fosfatos.
- ii. Nitrógeno total:
 - Nitrógeno Orgánico.
 - Nitrógeno Amoniacal.
 - Nitratos.
 - Nitritos.

4. Remoción de Nutrientes:

La remoción de nutrientes es de gran importancia sanitaria, ya que su aumento en cuerpos de agua (especialmente lagos y lagunas), genera

el fenómeno de eutrofización. La eutrofización consiste en un enriquecimiento excesivo de los elementos nutritivos del agua, que da lugar a una serie de cambios sistemáticos indeseables, entre ellos la producción perjudicial de algas y otras plantas acuáticas, el deterioro de la calidad de agua, la aparición de malos olores y sabores desagradables y la muerte de peces en el cuerpo de agua. La floración excesiva de algas y plantas acuáticas es un fenómeno visible que puede complicar considerablemente la utilización y la calidad estética de las masas de agua (García Trujillo Zarela Milagros, 2012).

El consumo de las plantas acuáticas es un proceso por el cual los alimentos entran a ellas. Su fuente de alimentación son los nitratos (NO_3), amonio (NH_4), fosfato (PO_4) y otros nutrientes para crecer, entonces tiene el efecto de eliminación de estos elementos de la fase acuosa. Varios organismos en el entorno de las plantas acuáticas, incluyendo algas y bacterias, también asimilan estos alimentos. La cosecha periódica de las plantas elimina permanentemente estos alimentos de la columna del agua (García Trujillo Zarela Milagros, 2012).

5. Tratamiento de aguas residuales con plantas acuáticas:

En los últimos años el tratamiento de aguas residuales por medio de estanques con plantas acuáticas ha despertado un gran interés, por el potencial que han presentado para la depuración de las mismas. Algunos de estos sistemas han logrado proporcionar un tratamiento integral en donde no solamente se remueven eficientemente material orgánico y sólidos suspendidos, sino que también se logran reducir nutrientes, sales disueltas, metales pesados y patógenos.

En la Fábrica de Imusa S.A. localizada en el municipio de Río Negro (Antioquía), Colombia, se tienen operando desde 1988 unos canales sembrados con *Eichhornia Crassipes* (Jacinto de Agua), se ha comprobado una eficiencia de remoción de los diferentes contaminantes que alcanza más de 97% en los metales pesados.

También algunos investigadores como por ejemplo Medina Domingo (2002) quien describe uno de estos sistemas de tratamiento de aguas residuales provenientes de granjas porcinas: El sistema está constituido por un biodigestor, seguido de un canal de sedimentación, un canal con *Eichhornia Crassipes* y, por último, un canal con *Lemna Minor*.

Otro investigador, Pedraza (1997) reporta una disminución en la demanda bioquímica de oxígeno de 247 a 149 mg/l y una reducción en los sólidos suspendidos totales de 214 a 58 mg/l en una granja porcina en el Valle del Cauca utilizando este sistema de tratamiento.

El Jacinto de Agua, en algunos estudios realizados en estanques, ha demostrado poseer una capacidad de remoción de DBO superior en comparación con plantas de lodos activados.

6. Propiedades de las plantas acuáticas en sistemas de tratamiento:

Las plantas juegan un papel fundamental en estos sistemas siendo sus principales funciones:

- Airear el sistema radicular y facilitar oxígeno a los microorganismos que viven en la rizósfera.
- Absorción de nutrientes (nitrógeno y fósforo).
- Eliminación de contaminantes asimilándolos directamente en sus tejidos.
- Filtración de los sólidos a través del entramado que forma su sistema radicular (León – Espinoza y Lucero – Peralta, 2008).

7. Jacinto de Agua:

El Jacinto de agua (*Eichhornia Crassipes*), es una planta de rápido crecimiento distribuida en casi todos los países tropicales (como muestra la figura 1), que puede tolerar condiciones de contaminación por metales o por eutrofización de cuerpos de aguas lenticos y lóticos.

Ésta especie en algunos lugares se ha convertido en un problema ambiental; no obstante, ha despertado interés en el tratamiento de la contaminación por metales en suelos agrarios y cuerpos de agua. (Ricardo Benítez & Martín, 2011).


	<p style="text-align: center;">Taxonomía Científica</p> <p>-Reino: Plantae</p> <p>-División: Magnoliophyta</p> <p>-Clase: Liliopsida</p> <p>-Orden: Commelinales</p> <p>-Familia: Pontederiaceae</p> <p>-Género: Eichhornia</p> <p>-Especie: E. Crassipes</p>
<p style="text-align: center;">Jacinto de Agua</p>	

Figura 1. Jacinto de Agua.

- Características Morfológicas:

Eichhornia Crassipes, es una macrofito acuática flotante, que se produce vegetativamente, a través de rametas formadas por brotes axilares estolones y sexualmente a través de la producción de semillas (Ricardo Benítez & Martín, 2011).

- Características Externas:

La raíz constituye un sistema radical adventicio fibroso sin ramificaciones y capsulas conspicua (como muestra la figura 2); esto debido a que la raíz se origina de tejido maduro no meristemático, con una raíz primaria que se ramifica en muchas raíces delgadas de aproximadamente el mismo tamaño. Si la planta se encuentra flotando, la raíz es de color purpura debido a pigmentos disueltos en las vacuolas, llamados antocianinas cuya formación favorece con un alto contenido de azúcares. (Lemus & Colococho, 2014).



Figura 2. Raíz de la especie *Eichhornia Crassipes*.

- Reproducción:

El Jacinto de agua se puede reproducir asexualmente. La producción de nuevas plantas por reproducción vegetativa es mucho más significativa. En esta última, las plantas producen estolones horizontales que se desarrollan en hojas arosetadas de una yema terminal. El proceso se repite en las plantas hijas y cuando la maleza crece rápidamente en condiciones ideales, un número inmenso de plantas se pueden producir en corto tiempo, llegándose a duplicar una población de 5-15 días. Cuando la tensión de oxígeno es baja, el tiempo de duplicación puede ser hasta 50 días. La generación de fragmentos de plantas también puede ser prolífica. (Lemus & Colocho, 2014).

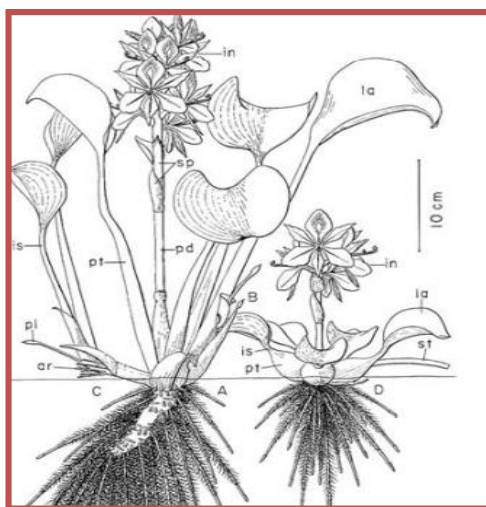


Figura 3. Morfología del Jacinto de Agua.

- **Hábitat:**

Crece en hábitats estuarios, lagos, áreas urbanas cursos de agua y humedales. Puede tolerar extremos de la fluctuación de la fluctuación del nivel del agua, variaciones estacionales y humedales.

Según (Mediterranean, 2008) Las condiciones ideales para la proliferación de *E. Crassipes* son el pH, puede tolerar pH: 4-10; altas intensidades de luz y cierta composición espectral, agua rica en nutrientes. El crecimiento se correlaciona directamente con los nutrientes, ya que el aumento de Nitrógeno y Fosforo en la concentración, también lo hace la acumulación.

- **Usos:**

Entre los usos propuestos para el Jacinto de agua incluyen producción de biogás, forraje de animales, fertilizante como compost o vermicompost, la fabricación de papel y mobiliario, tratamiento de aguas residuales y gestión de la calidad del agua. La descontaminación de aguas residuales por su rápido crecimiento tasa y alta tasa de absorción de metales pesados y nutrientes (Jorge Martelo y Jaime A. Lara Borreno, 2012).

- **Crecimiento del Jacinto del Agua:**

Su crecimiento es tan rápido que en unos 4-18 días la población puede doblar su tamaño si las condiciones son buenas. Las aguas comienzan a tener unas tasas de evaporación entre 3 y 4 veces superiores en comparación a cuando la planta no estaba presente (Gil-López, 2016).



Figura 4. Desarrollo de crecimiento del Jacinto de Agua.

8. Propiedades para utilizar *Eichhornia Crassipes* en el tratamiento de aguas residuales domésticas y como reúso.

Esta planta obtiene del agua todos los nutrientes que requiere para su metabolismo, siendo el nitrógeno y el fósforo, junto a los iones de potasio, calcio, magnesio, hierro, amonio, nitrito, sulfato, cloro, fosfato y carbonato, los más importantes (Bolaños, Casas y Aguirre, agosto 2008).

Poseen un sistema de raíces, que tienen microorganismos asociados a ellas que favorece la acción depuradora de las plantas acuáticas (Novotny y Olem, citado por Celis, 1994): retienen en sus tejidos metales pesados (cadmio, mercurio, arsénico). Además, remueve algunos compuestos orgánicos, tales como fenoles, ácido fórmico, colorantes y pesticidas, y disminuye niveles de DBO (demanda biológica de oxígeno), DQO (demanda química de oxígeno), y sólidos suspendidos. (Metcalf y Eddy, citado por Celis, 1995).

El impacto que estas plantas causan en lagos y charcos, si no se mantienen bajo control, es muy grave, ya que pueden cubrir estas extensiones completamente, impidiendo que la luz del sol llegue a las plantas acuáticas nativas y agotando el oxígeno del agua.

Es una de las plantas de más rápido crecimiento, se reproducen principalmente por estolones que forman nuevas plántulas, además de semillas. El vigoroso Jacinto de agua común (*Eichhornia Crassipes*), puede doblar su número en dos semanas.

El Jacinto de agua también mejora la nitrificación en las aguas residuales tratadas con células de tecnología viva. Sus zonas radiculares son excelentes micrositios de las comunidades bacterianas.

Remueve toxinas, tales como cianidas, un proceso que es de beneficio ambiental en las zonas que han sufrido las operaciones de minería de oro. Flotan sostenidas por esponjosos rizomas, con las raíces flotando libremente. Hasta el 50% de la biomasa del aguapé puede estar constituida por raíces fibrosas, de color violáceo o azulado gracias a la

antocianina que contienen como defensa frente a los predadores. Alcanzan los 3 m de largo, con radículas laterales en gran cantidad que le dan una apariencia plumosa. Producen además problemas sanitarios al constituir un hábitat propicio para los mosquitos, el clásico vector de las enfermedades y una especie de caracol (de los géneros *Biomphalaria* y *Oncomelania*) conocido por albergar un parásito platelminto que provoca la esquistosomiasis (García Trujillo Zarela Milagros, 2012).

La planta es muy tolerante, y de alta capacidad de captación de metales pesados, tales como Cd, Cr, Co, Ni, Pb, Hg, etc., que podría ser utilizado para la biolimpieza de aguas residuales industriales.

Además, la *Eichhornia Crassipes* es alimento de los gorgojos, (escarabajos de la súper familia Curculionoidea), *Neochetinabruchi*, *N. eichhorniae* y *Sameodesalbiguttalis*.

9. Parámetros que se analizaron en las aguas residuales:

En breve, se hará una descripción de todos los parámetros que se pueden analizar en aguas residuales domésticas y se resalta además la importancia a nivel de Contaminación.

a. Parámetros físicos.

Los parámetros físicos, como su nombre lo explican, son aquellos parámetros que dan las características físicas de visibles en el agua, se pone en consideración a continuación su descripción y los problemas que causan en el agua (García Trujillo Zarela Milagros, 2012).

- Sólidos.

El agua residual contiene una variedad de materiales sólidos que varían desde hilachas hasta materiales coloidales. En la caracterización de las aguas residuales, los materiales gruesos son

removidos generalmente antes de analizar sólidos en la muestra (García Trujillo Zarela Milagros, 2012).

Existen tres tipos de sólidos que se pueden cuantificar en las aguas residuales entre estos están:

Los sólidos totales representan la suma de los SDT (Sólidos Disueltos Totales) y SST (Sólidos Suspendidos Totales), además estos poseen fracciones de sólidos fijos y sólidos volátiles, que pueden ser sedimentables y no sedimentables. Generalmente cerca del 60% del total de sólidos suspendidos en aguas residuales son sedimentables. La prueba de SST son usados comúnmente como una medida de desempeño de las unidades de tratamiento y con propósitos de control, pues los sólidos sedimentables son aquellos que ocasionan la formación de bancos de lodos que producen olores desagradables.

b. Parámetros químicos.

Son aquellos parámetros que solo se pueden determinar a través de análisis de laboratorio, su importancia radica en los efectos que producen todos estos sobre los organismos acuáticos ya sean estos, vegetales o animales, además de las alteraciones que pueden causar en fuentes de agua natural si no se controlan en los sistemas de tratamiento de aguas residuales (García Trujillo Zarela Milagros, 2012).

- PH.

El término pH es usado universalmente para determinar si una solución es ácida o básica, es la forma de medir la concentración de iones hidrógeno en una disolución. La escala de pH contiene una serie de números que varían de 0 a 14, esos valores miden el grado de acidez o basicidad de una solución. Los valores inferiores a 7 y próximos a cero indican aumento acidez, los que son mayores de 7 y

próximos a 14 indican aumento de basicidad, mientras que cuando el valor es 7 indican neutralidad (Cornejo Daniela, 2015).

Para Rodier (1986), el pH óptimo de las aguas debe estar entre 6.5 y 8.5 es decir, entre neutra y ligeramente alcalina, el máximo aceptado es 9 donde relativamente existe la mayor parte de la vida biológica. Las aguas residuales con valores de pH menores a 5 y superiores a 9 son de difícil tratamiento mediante procesos biológicos, si el pH del agua residual tratada no es ajustado antes de ser vertido, el pH de la fuente receptora puede ser alterado; por ello, la mayoría de los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales deben ser descargados dentro de límites específicos de pH.

- **Oxígeno Disuelto.**

La presencia oxígeno disuelto en el agua es indispensable para la vida de peces y otros seres acuáticos, el problema es la baja solubilidad de este gas en el agua, además la cantidad de oxígeno en el agua depende de las condiciones ambientales, ya que su cantidad aumenta al disminuir la temperatura o aumentar la presión.

Los desperdicios orgánicos que se encuentran en el agua son descompuestos por microorganismos que usan el oxígeno para su respiración, esto quiere decir que cuanto mayor es la cantidad de materia orgánica, mayor es el número de microorganismos y por tanto mayor consumo de oxígeno. En muchas ocasiones esta falta de oxígeno es la causa de la muerte de peces y otros animales acuáticos más que la existencia de los compuestos tóxicos (Díaz José, 2014).

- **Temperatura.**

La temperatura es importante, ya que muchos de los sistemas de tratamiento de aguas residuales incluyen procesos biológicos que dependen de la temperatura, esta influye de forma muy significativa en las especies acuáticas influyendo en su metabolismo, productividad primaria, respiración y descomposición de materia orgánica. Puede

también influir en las velocidades de las reacciones químicas, en los usos del agua y en la vida de la flora y la fauna acuática, puede provocar la coagulación de las proteínas de la materia orgánica y aumentar la toxicidad de algunas sustancias.

La temperatura de un agua residual varía de estación en estación y también con la posición geográfica. En regiones frías, la temperatura varía de 7 a 18°C mientras que en regiones cálidas la variación será de 13 a 30°C. La temperatura óptima para el desarrollo de la actividad bacteriana está en el rango 25 a 35°C (García Trujillo Zarela Milagros, 2012).

- **Conductividad.**

Una expresión numérica de la capacidad de una solución para transportar una corriente eléctrica se determina con la conductividad. Esta capacidad depende de la presencia de iones y de su concentración total, de su movilidad, valencia y concentraciones relativas, así como de la temperatura de medición. Cuanto mayor sea la concentración de iones mayor será la conductividad.

En las aguas naturales los iones que son directamente responsables de los valores de conductividad son entre otros el calcio, magnesio, potasio, sodio, carbonatos, sulfatos y cloratos. Con respecto a las aguas naturales la medida de la conductividad tiene varias aplicaciones, tal vez la más importante sea la evaluación de las variaciones de la concentración de minerales disueltos en aguas naturales y residuales (A. Chirinos, A. Guarenas y M. Sánchez, 2006).

- **Nitrógeno.**

Los iones amonio tienen una escasa acción tóxica por sí mismo, pero su existencia aún en bajas concentraciones, puede significar un alto contenido de bacterias fecales, patógenas, etc. La formación de amonio se debe a su descomposición bacteriana de urea y proteínas, siendo la primera etapa del proceso de naturaleza inorgánica. Su

concentración máxima en las aguas potables de consumo público es de 0.5 mg/l.

El nitrógeno orgánico y el nitrógeno amoniacal se hallan contenidos en el nitrógeno orgánico, este parámetro se determina por el método de Kjeldahl. Su presencia en altas concentraciones puede provocar el crecimiento acelerado de plantas acuáticas (Clair Sewyer, Mac Graw Hill, 2000).

- **Demanda Bioquímica de Oxígeno.**

El método usado con mayor frecuencia en el campo de tratamiento para determinar la descomposición biológica en las aguas residuales es la Demanda bioquímica de oxígeno (DBO). Si existe suficiente oxígeno disponible, la descomposición biológica aerobia de un desecho continuará hasta que el desecho se haya consumido.

La demanda bioquímica de oxígeno (DBO) es un indicador de la cantidad de sustancias orgánicas de origen biológico (proteínas, carbohidratos, grasas y aceites) y de productos químicos orgánicos sintéticos y biodegradables en las aguas residuales (Metcalf – Eddy, 1995).

- **Demanda Química de Oxígeno.**

Para medir el material orgánico presente en las aguas residuales susceptible de ser oxidado químicamente, se analiza demanda química de oxígeno (DQO), la cual es oxidada con una solución de dicromato en medio ácido (García Trujillo Zarela Milagros, 2012).

Aunque se podría esperar que el valor de la DBO fuera similar al de la DQO, éste sería un caso fortuito.

Algunas razones para explicar tal diferencia se enumeran a continuación:

- a. Muchas sustancias orgánicas las cuales son difíciles de oxidar biológicamente, tales como la lignina, pueden ser oxidadas químicamente.

- b. Las sustancias inorgánicas que se oxidan con dicromato aumentan evidentemente el contenido orgánico de la muestra.
- c. Algunas sustancias orgánicas pueden ser tóxicas para los microorganismos usados en la prueba de la DBO5.
- d. Valores altos de DQO indican la presencia de sustancias inorgánicas con las cuales el dicromato puede reaccionar.

La proporción entre la DBO5 (demanda bioquímica de oxígeno en una prueba de 5 días) y la DQO (es un indicador del tratamiento biológico). Según Fresenius et al. (1989): los valores de la relación DBO5/ DQO en aguas residuales municipales no tratados oscilan entre 0.3 y 0.8. Generalmente, los procesos de descomposición biológica comienzan y ocurren de manera rápida con proporciones de DBO5: DQO de 0.5 o mayor. Las proporciones entre 0.2 y 0.5 son susceptibles al tratamiento biológico; sin embargo, la descomposición puede ocurrir de manera más lenta debido a que los microorganismos degradantes necesitan aclimatarse a las aguas residuales. Si esta relación es menor de 0.3, el residuo puede contener constituyentes tóxicos o se pueden requerir microorganismos aclimatados para su estabilización.

- **Turbiedad.**

La turbidez del agua es producida por materias en suspensión, como arcillas, cieno o materias orgánicas e inorgánicas finamente divididas, compuestos orgánicos solubles coloreados, plancton, sedimentos procedentes de la erosión y microorganismos, el tamaño de estas partículas varía desde 0.1 a 1.000 nm (nanómetros) de diámetro.

La turbidez se utiliza para indicar la calidad del agua y la eficiencia de la filtración para determinar si hay presencia de organismos que provocan enfermedades.

La materia suspendida en el agua absorbe la luz, haciendo que el agua tenga un aspecto nublado. Esto se llama turbidez. La turbidez se puede

medir con varias diversas técnicas, esto demuestra la resistencia a la transmisión de la luz en el agua (V. Espinoza, R. Castillo y D. Rovira, 2014).

- **Fosfatos.**

Los fosfatos son nutrientes para las plantas. Tienen aplicaciones industriales diversas y como fertilizantes. Los vertidos de fosfatos a las aguas naturales pueden causar eutrofización.

De la utilización de los fosfatos y nitratos, presentes en la materia orgánica de la basura, de los detergentes hechos a base de fosfatos ocurre el proceso de eutrofización, que son arrastrados o arrojados a los ríos y lagos. Son un problema muy grave para las aguas estancadas cerca de los centros urbanos y agrícolas. Durante las épocas calidas la sobrecarga de estos productos químicos, que sirven de nutrientes, generan el crecimiento acelerado de vegetales como las algas, cianobacterias, lirios acuáticos y lenteja de agua, las cuales al morir y ser descompuestas por las bacterias aeróbicas provocan el agotamiento del oxígeno disuelto en la capa superficial del agua y causan la muerte de los diferentes tipos de organismos acuáticos que consumen oxígeno, en las aguas de los lagos y ríos (García Trujillo Zarela Milagros, 2012).

- **Arsénico.**

El arsénico se encuentra como materia de desecho en muchos minerales; también puede ser liberado al ambiente por la actividad volcánica, la erosión de depósitos minerales y por diversas actividades humanas.

El arsénico llega al agua a través de la disolución de minerales, desde efluentes industriales y vía deposición atmosférica. En aguas superficiales bien oxigenadas, el arsénico (V) es generalmente la especie más común; bajo condiciones de reducción tales como las que se presentan en sedimentos de lagos profundos o aguas subterráneas, la forma más predominante es el arsénico (III). Un incremento del PH

puede incrementar la concentración de arsénico disuelto en el agua (López Patricia, 2011).

- **Plomo.**

Las aguas naturales contienen solamente trazas de plomo. La mayor fuente de plomo en el agua puede ser de origen industrial, minero y de descargas de hornos de fundición o de cañerías viejas de plomo. Las aguas d grifo blandas y acidas y que no reciben un tratamiento adecuado contienen plomo como resultado del ataque a las tuberías de servicio.

Los alimentos son otra fuente de plomo. Los cultivos, particularmente tubérculos y raíces comestibles (papa, rábano, camote, zanahoria) pueden contener cantidades importantes de plomo. Estas cantidades se incrementan en los alimentos debido al uso de agua contaminada y utensilios que contienen plomo (López Patricia, 2011).

- **Aceites y grasas.**

La contaminación de aguas recreacionales con sustancias aceitosas puede ocurrir como resultado de causas naturales o antropogénicas. La vegetación en descomposición (terrestre o acuática) en estado avanzado liberara grasa y subproductos aceitosos que producirán un brillo aceitoso en el agua. Los aceites y grasas procedentes de restos de alimentos o de procesos industriales (automóviles, lubricantes, etc.) son difíciles de metabolizar por las bacterias y flotan (Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales. 1992).

c. Parámetros biológicos.

Las características biológicas de las aguas residuales son de fundamental importancia en el control de enfermedades causadas por organismos patógenos de origen humano y por el papel activo y fundamental de las bacterias y otros microorganismos dentro de la

descomposición y estabilización de la materia orgánica, bien sea en el medio natural o en plantas de tratamiento de aguas residuales.

En los depósitos de agua que proceden de las descargas de animales, existen microorganismos patógenos. La *Escherichia coli* en general, Coliformes, streptococos fecales (*Streptococcus fecales*) y *Clostridium perfringens* son habitantes regulares del intestino grueso.

En las aguas negras hay millones de bacterias como Coliformes esporulados anaerobios (*Proteu ssp.*) y también algunos protozoos patógenos y virus. El predominio de algunos tipos fisiológicos varía durante la digestión de las aguas.

En un digester en anaerobiosis, inicialmente predominan anaerobios facultativos (*Enterobacter sp.*, *Alcaligene ssp.*, *Escherichia sp.*, *Pseudomona sp.*, etc.), los siguen productores anaerobios estrictos, como *Metanobacterium*, *Metanosarcina* y *Metanococcus*. Los productos finales son metano y dióxido de carbono (Opazo, 1991).

Según García y Bacares citado por Valderrama (2005), el tiempo de retención aumenta la eficiencia de remoción en todos los tratamientos biológicos, pero según Van der Steen et al, citado por Valderrama la remoción de Coliformes totales y *Escherichia coli* alcanza el 99% el día 6, además que ellos resaltan la eficiencia más alta con plantas acuáticas en relación a las microalgas.

- **Helmintos.**

Los más importantes parásitos helmínticos que pueden encontrarse en aguas residuales son las lombrices intestinales, como: la lombriz estomacal *Ascarislumbricoides*, la tenia solitaria *Taeniasaginata* y *Taeniasolium*, los gusanos intestinales *Trichuristrichura*, la lombriz intestinal *Ancylostomaduodenales* y el *Necatoramericanus*, y la lombriz filiforme *Strongyloidesstercorales*. La etapa infecciosa de algunos helmintos es el estado adulto o de larva y en otros la etapa infecciosa es el estado de huevo. Los nematodos son organismos

libres en el estado de larva que no presenta ningún riesgo de tipo patógeno para los humanos.

Los huevos y larvas cuyo tamaño oscila entre 10 μm y 100 μm , resisten condiciones ambientales desfavorables y pueden sobrevivir a los tratamientos convencionales de desinfección de aguas residuales, aunque algunos huevos pueden ser removidos mediante procesos convencionales de tratamiento como: sedimentación, filtración y lagunas de estabilización (Lambert, 1975).

- **Coliformes totales.**

Pueden hallarse tanto en heces como en el medio ambiente, por ejemplo, aguas ricas en nutrientes, suelos, materias vegetales en descomposición. También hay especies que nunca o casi nunca se encuentran en las heces pero que se multiplican en el agua.

El grupo Coliformes está formado por todas las bacterias Gram. Negativas aerobias y anaerobias facultativas, no formadoras de esporas, con forma de bastón que fermentan la lactosa, produciendo gas y ácido en 48 horas a 35 °C y desarrollándose en presencia de sales biliares y otros agentes tenso activos (Marko Daniel Sa – Me, 2000).

- **Coliformes fecales o Termotolerantes.**

Los Termotolerantes diferentes de *Escherichia Coli* pueden proceder a aguas orgánicamente enriquecidas, como efluentes industriales, de materias vegetales y suelos en descomposición. Comprende a los géneros de *Escherichia* y en menor grado *klebsiella*, *Enterobacter* y *citrobacter*. Este grupo de organismos puede fermentar la lactosa entre 44 – 45 °C (Marko Daniel Sa – Me, 2000).

10. Normas Nacionales:

La calidad del agua residual depende del uso de las aguas del cuerpo receptor al cual se vierte, o del uso directo de las aguas residuales tratadas. Se utilizarán las siguientes normas:

i. Los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua según Decreto Supremo 002-2008-MINAM del 31.07.2008 son:

Categoría 1: Poblacional y Recreacional.

- Aguas superficiales dedicadas a la producción de agua potable.
 - ✓ A1.- Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección.
 - ✓ A2.- Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.
 - ✓ A3.- Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado.
- Aguas superficiales dedicadas para recreación.
 - ✓ B1.- Contacto primario.
 - ✓ B2.- Contacto secundario.

Categoría 2: Actividades Marino Costeras (Agua de mar).

- Sub categoría 1.- Extracción y cultivo de moluscos bivalvos.
- Sub categoría 2.- Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas.
- Sub categoría 3.- Otras actividades.

Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebidas de Animales.

- Parámetros para riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto.
- Parámetro para riego de vegetales.
- Parámetro para bebida de animales.

Categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático.

- Lagunas y lagos.
- Ríos.
 - ✓ Costa y Sierra.

✓ Selva.

- Ecosistemas marinos costeros.
 - ✓ Estuarios.
 - ✓ Marinos.

Siendo utilizada para el análisis comparativo de los resultados obtenidos, la **CATEGORIA 3: RIEGO DE VEGETALES Y BEBIDA DE ANIMALES.**

ii. Los Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas o Municipales, según Decreto Supremo N° 003 – 2010 – MINAM.

c. **DEFINICIÓN DE TÉRMINOS.**

Aguas residuales: Aguas resultantes de actividades industriales que se vierten como efluentes.

Área de influencia: Comprende el ámbito espacial en donde se manifiestan los posibles impactos ambientales y socioculturales ocasionados por las actividades hidrocarburíferas.

Cuerpo de agua: Acumulación de agua corriente o quieta, que en su conjunto forma la hidrósfera; son los charcos temporales, esteros, manantiales, marismas, lagunas, lagos, mares, océanos, ríos, arroyos, reservas subterráneas, pantanos y cualquier otra acumulación de agua.

Descarga: Vertido de agua residual o de líquidos contaminantes al ambiente durante un periodo determinado o permanente.

Efluente: Que fluye al exterior, descargado como desecho con o sin tratamiento previo; por lo general se refiere a descargas líquidas hacia cuerpos de aguas superficiales.

Estándares Nacionales de Calidad Ambiental: Son indicadores de calidad ambiental. Miden la concentración de elementos, sustancias u otros en el aire, agua o suelo. Su finalidad es fijar metas que representan el nivel a partir del cual se puede afectar significativamente el ambiente y la salud humana.

Límite permisible: Valor máximo de concentración de elemento(s) o sustancia(s) en los diferentes componentes del ambiente, determinado a través de métodos estandarizados, y reglamentado a través de instrumentos legales.

Jacinto de Agua: Es una planta acuática de la familia de las Pontederiaceae. Es originaria de las aguas dulces de las regiones cálidas de América del Sur, en las cuencas Amazónica, y del Plata. Es usada como planta medicinal, fertilizante de suelos y decorativa; por fuera de su nicho original se la considera especie invasora.

Beneficios de los humedales: Los servicios que los humedales prestan al ser humano, como control de inundaciones, purificación de aguas superficiales, suministro de agua potable, peces, plantas, materiales de construcción y agua para el ganado, recreación y educación al aire libre.

Diversidad biológica: La variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie (diversidad genética), entre las especies (diversidad de especies) y de los ecosistemas (diversidad de ecosistemas) y de los procesos ecológicos.

Especies: Poblaciones naturales que se cruzan o pueden cruzarse en el medio silvestre.

Contaminantes en aguas residuales: Los contaminantes de las aguas servidas municipales, o aguas servidas domésticas, son los sólidos suspendidos y disueltos que consisten en: materias orgánicas e inorgánicas, nutrientes, aceites y grasas, sustancias tóxicas, y microorganismos patógenos.

d. ÁMBITO DE ESTUDIO.

La presente investigación se realizó en el Departamento de Lima, Distrito de Lurigancho, en la Universidad Peruana Unión, en una de las áreas consideradas como refugio de aves silvestres y área de recreación denominada “Laguna Mansión”, ubicada a 580 m.s.n.m a unas coordenadas UTM de 8672262 y una latitud de 0299741 S. El Área total de la “Laguna Mansión” es 3050.16 m², una profundidad de 4.0 m y un volumen de 6405.336 m³ (M. Cruz, N. Carbo, Javier L. L. Gonzales, G. M. Tito, K. Depaz, S. Torres, R. Núñez, J. Torres, W. Quispe, 2016).

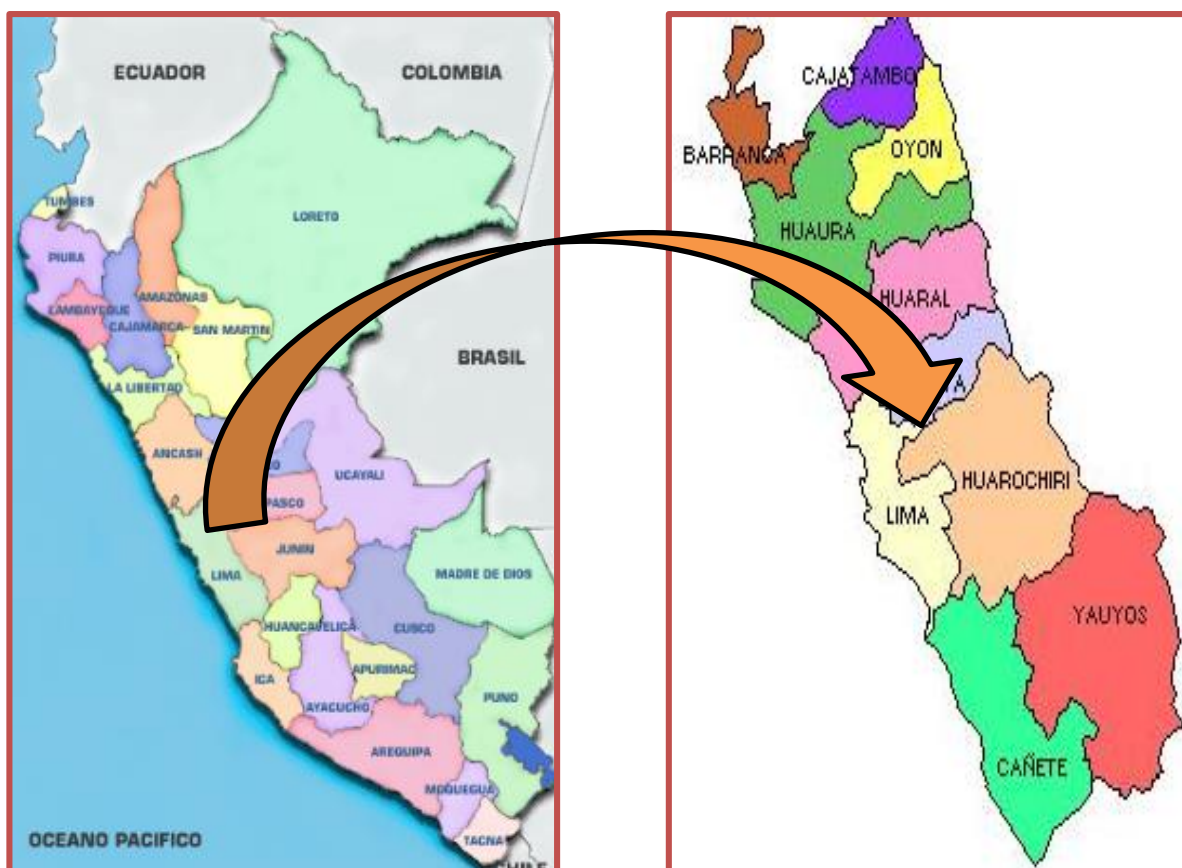


Figura N° 05: Mapa del Perú y del Departamento de Lima.



Figura N° 06: Distrito de Lurigancho – Chosica.



Figura N° 07: Zona de Estudio “Universidad Peruana Unión”.

CAPITULO III

3.1 METODOLOGÍA.

I. MATERIALES Y MÉTODOS DE LA TESIS.

Fase 1. Diagnóstico del Lugar: Laguna “Mansión”.

Para la realización de la tesis, que lleva por título:” Eficiencia de la Especie *Eichhornia Crassipes* – Jacinto de agua en el tratamiento del agua residual de la Laguna “Mansión” para el riego de áreas verdes en la Universidad Peruana Unión” (investigación de tipo transversal: exploratorio), fue necesario recopilar información a través de diferentes personajes, como son: los trabajadores que se encargan de hacer la limpieza adecuada de la laguna, docentes que vienen laborando en la Universidad por muchos años, entre otros.

El agua que ingresa a la laguna “Mansión”, proviene del canal Huampani, el cual capta las aguas del Río Rímac y es administrado por la Comisión de Regantes Ñaña.

El agua que ingresa a la laguna, ingresa semanalmente, abriéndose la compuerta los días martes por la noche hasta el día miércoles, día en que se realiza el riego de las áreas verdes de la universidad.

El agua que ingresa en los meses de verano presentan un color marrón, mientras que, en los meses de inviernos, el color es más claro; sin embargo, en la actualidad, se ha podido percibir que las aguas que ingresan a la laguna, tienen malos olores debido a la presencia de aguas negras, los cuales son vertidos en los canales Huampani que alimentan a la laguna.

Actualmente, la laguna, no recibe ningún mantenimiento de limpieza desde el año 2012 que se realizó la limpieza de lodos y mejoramiento.

- **Presencia de Aves y reptiles.**

Durante la inspección ocular realizada del mes de junio del 2015 a las 10:00 horas de la mañana, por la Regente de Fauna Silvestre del Perú, se verificó la realidad del área, “Laguna La Mansión”; identificando el hacinamiento de aves en zonas específicas dentro del área de inspección, zonas de acúmulos de excreta, zonas de acúmulos de alimento, alimentación inadecuada para los especímenes. La problemática identificada, es el resultado de la inexistencia de protocolos de manejo adecuado para el área y las especies que alberga ésta.

El informe de inspección ocular concluyó que la problemática existente en el área de inspección es reversible; estableciendo protocolos de manejo perennes, los cuales deben ser adecuados para el área y las especies que este alberga; sistemáticos ya que deben engranarse con las demás áreas de la institución; y por ultimo dichas actividades deben ser monitoreadas, reportadas y evaluadas para medir su eficiencia.

La alta cantidad de aves existentes, ha contribuido en la contaminación de las aguas del ecosistema artificial conocido como la laguna “La Mansión” a través de las heces de estas especies las cuales tienen altos contenidos de hongos y microorganismos, también contienen macro-nutrientes como el nitrógeno, Fosforo y Potasio, en cuanto a elementos secundarios como: el calcio, Magnesio y Azufre. Además contiene microelementos como Hierro, Zinc, Cobre, Magnesio, Boro y Molibdeno. Reduciendo la calidad de esta fuente para riego y generar riesgos a la salud de las personas del campus universitario y otros destinos. Además la falta de limpieza de este factor contaminante en los alrededores produce malos olores en el ambiente.



Figura 8. Identificación de aves en la laguna Mansión.



Figura 9. Identificación de aves en la laguna Mansión: Gansos.



Figura 10. Identificación de reptiles en la laguna Mansión: Iguana.

- **Presencia de Peces.**

El resultado del conteo de peces en la laguna “La Mansión” fue de 100 peces por cada m², esta cifra tiende a simular el tipo de cultivo semi - intensivo, cuando se siembran demasiados peces y se alcanza la capacidad de sostenimiento, se observa un incremento del stress, de enfermedades y de mortalidad, se reduce la eficiencia de conversión alimenticia y la tasa de crecimiento. Por otro lado, realizando un análisis microbiológico de los peces con hábitat acuático de la laguna “La Mansión” se pudo confirmar la presencia de un alto nivel de Unidades formadoras de colonias (UFC) en Coliformes totales, Coliformes Termotolerantes, *Escherichia Coli*, mesófilos aerobios, utilizados como indicadores de contaminación del pez, los cuales sobrepasan el límite permisible según la Resolución Ministerial N° 615-2003-SA/DM que aprobó los “Criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano” de donde resulta que no es apto para el consumo humano; siendo este un indicador más del estado crítico de la calidad de las aguas de la laguna “Mansión”.

La mayor parte de las Tilapias, poseen tendencia para hábitos alimenticios herbívoros, siendo los usos más importantes del alimento absorbido, el mantenimiento y crecimiento de la especie, convirtiéndose en un factor negativo para el sistema de tratamiento de aguas residuales, ya que las tilapias atacaron a las raíces de las macrofitas “*Eichhornia Crassipes*”. Asimismo (Bushman, 2001), afirma que la alta densidad de peces por área de agua, puede ocasionar efectos negativos en la salud, ya sea de origen físico, químico y biológico.



Figura 11. Peces existentes en la laguna: Tilapias.

Fase 2. Caracterización y muestreo de la Laguna “La Mansión”.

- Zona de Estudio.

La presente investigación se realizó en el departamento de Lima, Distrito Lurigancho - Chosica, en la Universidad Peruana Unión en una de las áreas consideradas refugio de aves silvestres y área de recreación denominada “Laguna Mansión”, ubicada a 580 m.s.n.m, a unas coordenadas UTM de 8672262, una latitud 0299741 S. Tal como muestra la figura N° 12.

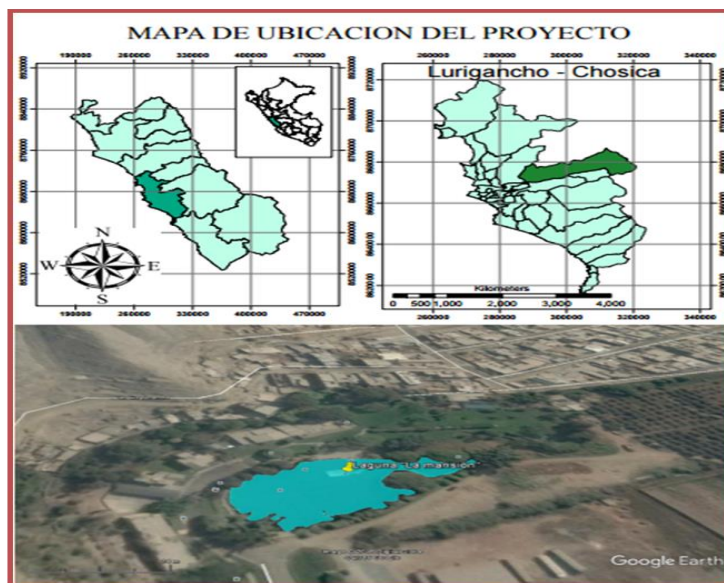


Figura 12. Ubicación del proyecto.

- **Caracterización de la Laguna “La Mansión”.**

Para la ejecución de este proyecto de tratamiento de aguas residuales se tuvo que realizar un diagnóstico general, y específico de las dimensiones de la laguna, siendo este el lugar donde se implementara los sistemas flotantes para la depuración de sus aguas.

- **Caracterización de los parámetros analizados del agua de la Laguna Mansión.**

Para la caracterización del agua se tomaron muestras simples en botellas de polietileno de un litro. Para los parámetros físico-químicos (para DB0) se tomó muestras en botella de vidrio color ámbar de 500 ml., para los parámetros microbiológicos, en botellas de vidrio de 250 ml. Las muestras de agua se transportaron al laboratorio de calidad ambiental de la Facultad de Ciencias del Ambiente-Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Huaraz. Acreditado por el organismo peruano de acreditación Indecopi SNA Registro N° LE-065. Los parámetros en estudio fueron:

a. Físicoquímicos:

- pH.
- Aceites y grasas.
- Sólidos sedimentables.
- Sólidos totales.
- Sólidos totales en suspensión.
- Sólidos volátiles.
- Turbiedad.
- Conductividad.
- Temperatura.

b. Microbiológicos:

- Coliformes totales.
- Coliformes Fecales o Termotolerantes.

c. Parasitológicos:

- Huevos de helmintos.

d. Bioquímicos:

- Demanda Bioquímica de Oxígeno.
- Demanda Química de Oxígeno.
- Oxígeno disuelto.

e. Metales pesados:

- Arsénico total.
- Plomo total.

f. Nutrientes:

- Fosfatos.
- Nitratos.

Fase 3. Diseño y construcción del sistema flotante.

El sistema más viable desde el punto de vista social, económico y ambiental son los sistemas flotantes, estos fueron construidos con tubos de desagüe PVC de 4 pulgadas, este material se consideró por la densidad del material superior al del agua, para la flotación respectiva, los dimensionamientos de estos sistemas son de 3 m de longitud y 0.50 m de ancho. Teniendo un área de cada sistema flotante de 1.5m². Se instalaron 35 sistemas flotantes.

Una vez concluida los sistemas, el área total instalada con el sistema flotante y la especie *Eichhornia Crassipes* fue de 60 m². Los sistemas se ubicaron en el contorno hacia el lado Oeste de la laguna, siendo que en este espacio por la pendiente de inclinación al 1% se acumula la gran cantidad de materia orgánica. Finalmente se colocaron las mallas de tela por debajo del sistema, las cuales fueron amarrados con listones al sistema, sirviendo de esta manera, como una barrera para que los peces no puedan comerse las raíces.



Figura 13: Diseño y construcción del sistema flotante.

Fase 4. Implementación del *Eichhornia Crassipes* para el tratamiento del agua residual.

En los sistemas flotantes, el crecimiento del Jacinto de agua ubicada en la laguna “Mansión”, fue de una forma acelerada, la reproducción fue de forma horizontal a la superficie de agua consumiendo más área. Los bulbos presentaron características esponjosas, largas, casi formando tallos y su crecimiento fue de forma perpendicularmente a la superficie del agua. Este crecimiento fue apreciado cada 3 - 5 días; llegando a los 15 días se duplicó la especie y así mismo terminó llenando todo el sistema por el aumento de tamaño.

Este crecimiento se aceleró debido a los nutrientes que se encuentran en la laguna “Mansión” y la oxigenación del agua. Como se observa en la figura 14.

Según (Gutiérrez, 1994), El crecimiento de buchón de agua, la capacidad reproductiva de la planta, su adaptabilidad, los requerimientos nutricionales y la resistencia a ambientes adversos, la convierten en una especie imposible de erradicar y de control

sumamente difícil. Se han probado una gran cantidad de métodos para dominar el crecimiento de esta maleza. Los herbicidas son usados con cierta frecuencia ya que proporcionan una herramienta de acción inmediata.



Figura 14: Sistemas flotantes implementados en el área de estudio.

Fase 4. Monitoreo del sistema de tratamiento.

Se realizó un sistema de monitoreo semanal para observar el proceso de tratamiento o los inconvenientes que se presentan en el tratamiento, ya sean por factores internos o externos, tomándose en cuenta el caudal de ingreso a la laguna de acuerdo al diagnóstico de campo.

Materiales y Equipos utilizados:

- **En el muestro y análisis de los parámetros Físico-Químicos.**

Los materiales y equipos que se emplearon para el análisis de los parámetros físico-químicos y microbiológicos fueron los siguientes: oxímetro (HI9146), medidor de pH, Conductímetro, Solidos totales (HI 9811-5), turbidímetro (HI83414), entre otros. Los parámetros físicos, microbiológicos y químicos, fueron analizados en el Laboratorio de Calidad Ambiental –

Facultad de Ciencias del Ambiente, de la Universidad Nacional “Santiago Antúnez de Mayolo” (UNASAM).

- **Construcción de los sistemas flotantes**

Para la implementación de los sistemas flotantes, se emplearon, tubos de 4 pulgadas de PVC, mallas metálicas, tijeras, carrizos, alambre, pegamentos de tubos, otros.

II. PLAN DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.

Para la recolección de la información de la variable independiente (tratamiento del agua residual de la laguna “mansión” para el riego de las áreas verdes en la universidad peruana unión), se siguió el siguiente proceso:

- Se calculó las características del medio acuático existente (Laguna Mansión), su característica química, física y biológica, para ello, se realizó el análisis del agua residual en el laboratorio de Calidad Ambiental de la UNASAM.
- Luego de hacer los estudios previos, se procedió a la siembra de las plantitas acuáticas en el medio acuático propuesto (Eichhornia Crassipes - Jacinto de agua), estableciendo su eficiencia en el tratamiento, dicha determinación fue efectuado en el laboratorio de calidad ambiental de la UNASAM.

Para la recolección de la información de la variable dependiente (eficiencia de la especie Eichhornia Crassipes - Jacinto de agua) se siguió el siguiente proceso:

- Para el indicador de calidad fisicoquímica y microbiológica del agua, en primer lugar, se tomaron muestras del agua a tratar y después, se prosiguió a determinar su calidad fisicoquímica y microbiológica en el laboratorio de calidad Ambiental de la UNASAM, de la misma manera se tomaron muestras de los efluentes de la laguna mansión.

- La calidad del agua a tratar, tanto en la Laguna Mansión con especie Eichhornia Crassipes - Jacinto de agua (planta experimental), se obtuvo de la salida de la laguna mansión.

III. DISEÑO ESTADÍSTICO: POBLACIÓN Y MUESTRA.

A. POBLACIÓN.

Para este estudio, se trabajó con el volumen total del agua de la Laguna Mansión como población, el cual es (según cálculos obtenidos), de 6405.336 metros cúbicos de agua. El agua residual llega por el canal Huampani, captándose del Rio Rímac.

B. MUESTRA.

Se tomó la muestra equivalente, a la cantidad de agua que se necesita para regar todas las áreas verdes de la Universidad Peruana Unión, provenientes de la Laguna Mansión. Para el estudio, la universidad cuenta con aproximadamente 2.0 hectáreas de áreas verdes (20000 metros cuadrados), necesitándose entonces la cantidad de 40 metros cúbicos de agua, para poder hacer el riego correspondiente.

IV. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.

Se tuvieron los siguientes criterios para recolectar los instrumentos de información:

- a. La naturaleza del objeto de estudio.
- b. Las posibilidades de acceso con los investigados.
- c. El tamaño de la población o muestra.
- d. Los recursos con los que se cuenta.
- e. La oportunidad de obtener datos.
- f. Tipo y naturaleza de la fuente de datos.

Los instrumentos de recolección para dar inicio con la investigación, fueron los siguientes:

a. Libros, las revistas académicas y científicas, los documentos escritos, los documentales, los noticieros, los medios de información, entrevistas y cuestionarios, fotografías, entre otros.

Como ejemplo para obtener información de la investigación, tomamos en cuenta la frecuencia de medición y la obtención de resultados, así también, las medidas de bioseguridad:

- a. Se realizó el monitoreo de la presente investigación, semanalmente, observando así, cada característica del proceso de tratamiento, como también, la presencia de inconvenientes, los cuales podían dañar nuestro sistema de estudio.
- b. Se monitoreo el crecimiento de la especie Jacinto de agua por semana, con el fin, de saber la proliferación de este y a su vez, saber, si nuestros sistemas flotantes elaborados tenían el área suficiente, para el crecimiento y aumento del Jacinto de agua.
- c. Siempre estar bien protegidos con guantes y mascarilla, pues sabemos que algunas cianotoxinas pueden liberar esporas tóxicas.
- d. Solo tenemos que sacar la malla de la laguna, luego en una botella de vidrio de 225 ml, previamente esterilizada llenamos con agua de ese mismo punto, haciendo el procedimiento respectivo.
- e. Enjuagamos la malla con todo el material orgánico que se encuentre dentro de ella, y así para cada punto hasta obtener las 8 muestras que deseamos.
- f. Las muestras obtenidas, antes y después del tratamiento, fueron llevadas al Laboratorio de Calidad Ambiental de la Universidad Nacional “Santiago Antúnez de Mayolo”, para su evaluación y obtención de datos y resultados, con el fin, de conocer la eficiencia del sistema de tratamiento.

CAPITULO IV

4.1 RESULTADOS.

Se evaluó el comportamiento del tratamiento de aguas residuales con *Eichhornia Crassipes* – Jacinto de Agua, en la Laguna Mansión, de acuerdo a la propuesta planteada, la cual consistió en el proceso de depuración de las aguas residuales mediante los llamados “sistemas flotantes”.

a. Diagnóstico de la Laguna “Mansión”.

Para la ejecución de este proyecto de tratamiento de aguas residuales se tuvo que realizar un diagnóstico general y específico, de las dimensiones de la laguna, siendo este el lugar donde se implementara los sistemas flotantes para la depuración de sus aguas, para determinar los criterios de diseño, funcionamiento y el proceso interno de remoción de nutrientes. Así como muestra la tabla 01.

Tabla 01: Características Principales de la Laguna “La Mansión”.

CRITERIOS DE DISEÑO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD
Área total de la laguna	m ²	3050.16
Perímetro del lago	m	256.81
Volumen de almacenamiento	m ³	6405.336
Periodo de ingreso	semanal	1

Fuente: elaboración propia.

Una vez obtenido los datos de campo, se realizaron los cálculos para el proceso de tratamiento y así conocer el periodo de retención y la siembra de plántulas por metro cuadrado; asimismo, se determinó el caudal basándose en la determinación del volumen, área de la sección transversal y el tiempo.

Tabla 02: Datos de campo del área de estudio.

PARAMETROS	UNIDAD DE MEDIDA	RESULTADOS
Tiempo Promedio	Seg.	9.753
Altura Mojada	m	0.36
Largo	m	3
Ancho	m	0.975

Fuente: Propio del Investigador.

Cálculos:

g. Hallando caudal:

$$Q = \frac{Vol.}{T} = \frac{0.36m * 3.00 m * 0.975m}{9.753 seg.} = 0.107 m^3/seg.$$

Tabla 03: Criterios y dimensionamiento de diseño para el tratamiento del agua:

CRITERIOS DE DISEÑO	
Macrofita empleada	Jacinto de agua
T mes más frío	10 °C
K25	0.68 m
H	0.95 m
BL	0.50 m
Z	1.5
Porosidad	40%
Ks	10000
Fs	2
%S	1%
N	1
CARACTERISTICAS DEL AGUA RESIDUAL	
DBO5	14 mg/l
Caudal	27648.0 m3/día
Caudal unitario	27648.0 m3/día
Área superficial unitaria	3452.1 m2
Sección transversal	553.0 m2
Tiempo de retención	0.05 d
DIMENSIONAMIENTO	

We	582.1 m
Le	5.9 m
Wc	584.9 m
Lc	8.8 m
Wf	579.2 m
Lf	3.1 m
V	3279.5 m ³
Periodo de retención	5 - 6 días
Siembra de la especie	10 -12 plantas/m ²

Fuente: M. Cruz, N. Carbo, Javier L. L. Gonzales, G. M. Tito, K. Depaz, S. Torres. Núñez, J. Torres, W. Quispe: “Tratamiento De Las Aguas De La Laguna “Mansión” Mediante La Especie *Eichhornia crassipes*, Para El Riego De Áreas Verdes En La Universidad Peruana Unión.

b. Funcionamiento del Experimento.

Este sistema fue el primero en ser construido en la Universidad Peruana Unión. La Laguna Mansión, es el lugar en el cual se aplicó la especie *Eichhornia Crassipes*, para la purificación de las aguas residuales que ingresan a dicha laguna, buscando disminuir así, el impacto contaminante, ya que dichas aguas serán utilizadas para el riego de áreas verdes, pertenecientes a la universidad.

Durante la investigación, del tratamiento de aguas residuales mediante *Eichhornia Crassipes* – Jacinto de Agua, antes y después del tratamiento según el método mencionado, se obtuvieron los siguientes resultados, con los cuales, se hicieron las comparaciones, con el fin de tener una perspectiva de la remoción de la *Eichhornia Crassipes* – Jacinto de Agua, y determinar las disminuciones o incrementos de los contaminantes. Además, también se compararon los datos del afluente y efluente del sistema, con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA): Categoría 3 (Riego de vegetales y bebida de animales) y los Límites Máximos Permisibles (LMP) para los efluentes de plantas de tratamientos de aguas residuales domesticas o municipales.

Tabla 04: Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales.

PARAMETROS PARA RIEGO DE VEGETALES DE TALLO BAJO Y TALLO ALTO		
PARAMETROS	UNIDAD	VALOR
Fisicoquímicos.		
Bicarbonatos	Mg/L	370
Calcio	Mg/L	200
Carbonatos	Mg/L	5
Cloruros	Mg/L	100 – 700
Conductividad	Us/cm	<2000
Demanda bioquímica de oxígeno	Mg/L	15
Demanda química de oxígeno	Mg/L	40
Fluoruros	Mg/L	1
Fosfatos – P	Mg/L	1
Nitratos – (NO ₃ – N)	Mg/L	10
Nitritos (NO ₂ – N)	Mg/L	0.06
Oxígeno disuelto	Mg/L	>=4
PH	Unidad de PH	6.5 – 8.5
Sodio	Mg/L	200
Sulfatos	Mg/L	300
Sulfuros	Mg/L	0.05
Inorgánicos.		
Aluminio	Mg/L	5
Arsénico	Mg/L	0.05
Bario total	Mg/L	0.7
Boro	Mg/L	0.5 – 6
Cadmio	Mg/L	0.005
Cianuro wad	Mg/L	0.1
Cobalto	Mg/L	0.05
Cobre	Mg/L	0.2
Cromo	Mg/L	0.1
Hierro	Mg/L	1
Litio	Mg/L	2.5

Magnesio	Mg/L	150
Manganeso	Mg/L	0.2
Mercurio	Mg/L	0.001
Niquel	Mg/L	0.2
Plata	Mg/L	0.05
Plomo	Mg/L	0.05
Selenio	Mg/L	0.05
Zinc	Mg/L	2
Orgánicos.		
Aceites y grasas	Mg/L	1
Fenoles	Mg/L	0.001
S.A.A.M (detergentes)	Mg/L	1
Plaguicidas.		
Aldicarb	ug/L	1
Aldrin (CAS 309-00-2)	ug/L	0.004
Clordano (CAS 57-74-9)	ug/L	0.3
DDT	ug/L	0.001
Dieldrin (N° CAS 72-20-8)	ug/L	0.7
Endrin	ug/L	0.004
Endosulfan	ug/L	0.02
Heptacloro (N° CAS 76-44-8) y heptacloripoxido	ug/L	0.1
Lindano	ug/L	4
Paration	ug/L	7.5

Fuente: Normativa de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA): Categoría 3.

Tabla 05: Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales.

PARAMETROS PARA RIEGO DE VEGETALES			
PARAMETROS	UNIDAD	Vegetales tallo bajo	Vegetales tallo alto
		Valor	Valor
Biológicos.			
Coliformes termotolerantes	NMP/100 mL	1000	2000 (3)
Coliformes totales	NMP/100 mL	5000	5000 (3)

Enterococos	NMP/100 mL	20	100
Escherichia coli	NMP/100 mL	100	100
Huevos de helmintos	Huevos/litro	<1	<1 (1)
Salmonella sp.	Ausente		Ausente
Vibrión cholerae	Ausente		Ausente

Fuente: Normativa de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA): Categoría 3.

Tabla 06: Límites Máximos Permisibles.

PARAMETRO	UNIDAD	LMP DE EFLUENTES VERTIDOS A CUERPOS DE AGUA
Aceites y grasas	mg/L	20
Coliformes termotolerantes	NMP/100 mL	10000
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	100
Demanda química de oxígeno	mg/L	200
PH	Unidad de PH	6.5 – 8.5
Solidos totales en suspensión	mL/L	150
Temperatura	°C	<35

Fuente: Decreto supremo N° 003-2010-MINAM.

c. Diagnóstico de los Resultados.

A continuación, se muestra los resultados de los análisis de aguas, el antes y después de la investigación de la eficiencia de la Eichhornia Crassipes, además, cada uno de los muestreos (antes y después), serán comparados con las normas ambientales: Estándares de Calidad Ambiental – Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales (DS N° 002 – 2008 – MINAM) y Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de tratamiento de aguas residuales domesticas o municipales (DS N° 003 – 2010 – MINAM) , determinando así, el grado de aceptabilidad.

Tabla 07: Resultados.

PARAMETROS	UNIDAD	MUESTREO	
		Inicial	Final
ANALISIS FISICOQUIMICOS			
ACEITES Y GRASAS	mg/l	4.00	4.00
CONDUCTIVIDAD	Us/cm	496.00	558.00
FOSFATO	mg/l PO4 - P	0.50	0.50
PH	Unidad PH	8.22	7.71
SOL. SED.	mg/l	1.00	1.00
SOL. TOTALES	mg/l	371.00	457.00
SOL. TOT. SUSP.	mg/l	18.00	36.00
SOL. VOLATILES	mg/l	81.00	1.00
TEMPERATURA	°C	19.00	15.60
TURBIEDAD	UNT	18.40	12.10
METALES TOTALES			
ARSENICO TOTAL	mg/l As	0.05	0.01
PLOMO TOTAL	mg/l Pb	0.15	0.03
ANALISIS DE INDICADORES DE CONTAMINACION BIOQUIMICO			
DBO	mg/l DBO5	3.00	4.00
DQO	mg/l DQO	25.00	25.00
OD	mg/l	6.66	6.21
ANALISIS DE NUTRIENTES			
N-AMONIACAL	mg/l NO4 - N	0.02	0.09
NITRATOS	mg/l NO3	1.00	1.90
INDICADORES DE CONTAMINACION MICROBIOLÓGICA			
COL. TOTALES	NMP/100 ml	24000.00	460.00
COL. FECALES	NMP/100 ml	11000.00	240.00
ANALISIS PARASITOLÓGICO			
HUEVOS DE HELMINTOS	Huevos/l	0.00	0.00

Fuente: Datos obtenidos de los análisis realizados en el Laboratorio de Calidad Ambiental FCAM – UNASAM.

Se observa en la Tabla N° 07, los resultados obtenidos del muestreo inicial y final, de las aguas provenientes de la Laguna Mansión, el antes y después del tratamiento, empleando el Eichhornia Crassipes. Además, trabajaremos con las normas ambientales nacionales como son: Estándares Nacionales de Calidad Ambiental – Categoría 3 (riego de vegetales y bebida de animales) y los Límites Máximos Permisibles para los efluentes de PTAR, para la comparación.

Tabla 08: Estándares Nacionales de Calidad Ambiental – Categoría 3, según parámetros analizados.

PARAMETROS	UNIDAD	PARA RIEGO DE
	DE	VEGETALES DE
	MEDIDA	TALLO BAJO Y TALLO ALTO
ACEITES Y GRASAS	mg/lit.	1
CONDUCTIVIDAD	Us/cm	<2000
FOSFATO	mg/lit.	1
PH	Unid. PH	6.5 - 8.5
SOLIDOS SEDIMENTABLES	mg/lit.	...
SOLIDOS TOTALES	mg/lit.	...
SOLIDOS TOTALES EN SUSPENSION	mg/lit.	...
SOLIDOS VOLATILES	mg/lit.	...
TEMPERATURA	°C	...
TURBIEDAD	UNT	...
ARSENICO TOTAL	mg/lit As	0.05
PLOMO TOTAL	mg/lit Pb	0.05
DBO	mg/lit DBO	15
DQO	mg/lit DQO	40
OD	mg/lit.	>=4
N-AMONICAL	mg/lit NO4 – N	...
NITRATOS	mg/lit NO3	10
COL. TOTALES	NMP/100 ml	...
COL. FECALES	NMP/100 ml	...
HUEVOS DE HELMINTOS	Huevos/lit	...

Fuente: DECRETO SUPREMO N°002-2008-MINAM: Aprueban los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental – Categoría 3.

Tabla 09: Estándares Nacionales de Calidad Ambiental – Categoría 3, según parámetros analizados.

PARAMETROS	UNIDAD DE MEDIDA	VEGETALES	VEGETALES
		DE TALLO BAJO	DE TALLO ALTO
ACEITES Y GRASAS	mg/lit.	...	...
CONDUCTIVIDAD	Us/cm	...	...
FOSFATO	mg/lit.	...	...
PH	Unid. PH	...	...
SOLIDOS SEDIMENTABLES	mg/lit.	...	...
SOLIDOS TOTALES	mg/lit.	...	...
SOLIDOS TOTALES EN	mg/lit.	...	...

SUSPENSION			
SOLIDOS VOLATILES	mg/lit.	...	...
TEMPERATURA	°C	...	...
TURBIEDAD	UNT	...	...
ARSENICO TOTAL	mg/lit As	...	...
PLOMO TOTAL	mg/lit Pb	...	...
DBO	mg/lit DBO	...	...
DQO	mg/lit DQO	...	...
OD	mg/lit.	...	...
N-AMONIACAL	mg/lit NO4 – N	...	...
NITRATOS	mg/lit NO3	...	...
COL. TOTALES	NMP/100 ml	5000	5000 (3)
COL. FECALES	NMP/100 ml	1000	2000 (3)
HUEVOS DE HELMINTOS	Huevos/lit	<1	<1 (1)

Fuente: DECRETO SUPREMO N°002-2008-MINAM: Aprueban los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental – Categoría 3.

Tabla 10: Límites Máximos Permisible para efluentes de una PTAR, según parámetros analizados.

PARAMETROS	UNIDAD DE MEDIDA	LMP DE EFLUENTES VERTIDOS A CUERPOS DE AGUA
ACEITES Y GRASAS	mg/lit.	20
CONDUCTIVIDAD	Us/cm	...
FOSFATO	mg/lit.	...
PH	Unid. PH	6.5 – 8.5
SOLIDOS SEDIMENTABLES	mg/lit.	...
SOLIDOS TOTALES	mg/lit.	...
SOLIDOS TOTALES EN SUSPENSION	mg/lit.	150
SOLIDOS VOLATILES	mg/lit.	...
TEMPERATURA	°C	<35
TURBIEDAD	UNT	...
ARSENICO TOTAL	mg/lit As	...
PLOMO TOTAL	mg/lit Pb	...
DBO	mg/lit DBO	100
DQO	mg/lit DQO	200
OD	mg/lit.	...
N-AMONIACAL	mg/lit NO4 – N	...
NITRATOS	mg/lit NO3	...
COL. TOTALES	NMP/100 ml	...
COL. FECALES	NMP/100 ml	10000

HUEVOS DE HELMINTOS	Huevos/lit	<1
---------------------	------------	----

Fuente: DECRETO SUPREMO N°003-2010-MINAM: Límites Máximos Permisibles para efluentes de una PTAR.

En las tablas N° 08, 09 y N° 10, se muestran las normativas nacionales con las que se trabajara para la comparación respectiva de cada parámetro analizado.

d. Resultados e interpretación de parámetros analizados.

i. ACEITES Y GRASAS.

Se obtuvieron los siguientes resultados, tal y como muestra la Figura N° 15 y Figura N° 16.

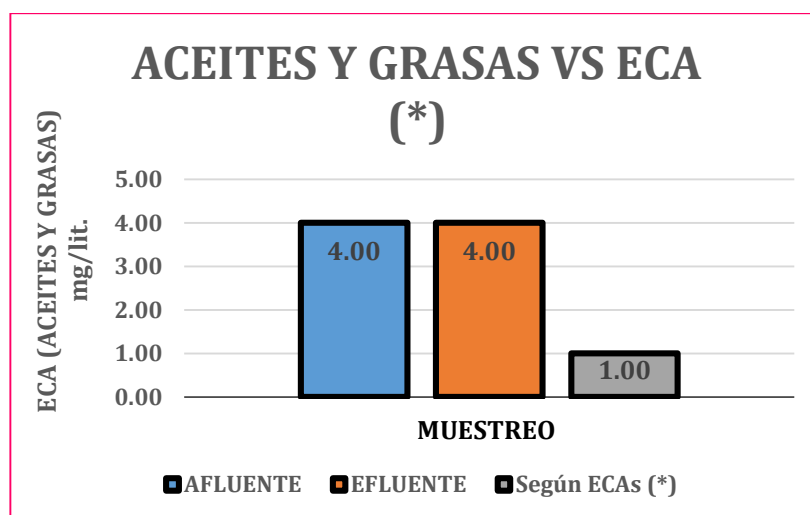


Figura 15. Aceites y Grasas VS ECA. (*) ECA – Categoría 3: Riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto.

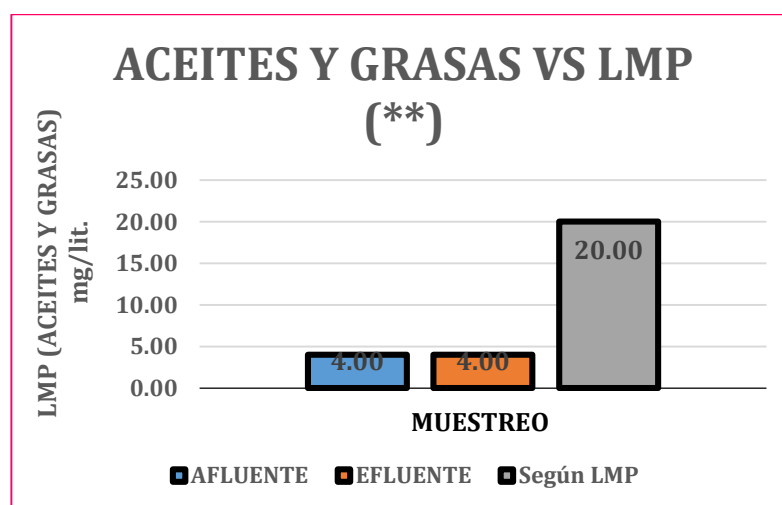
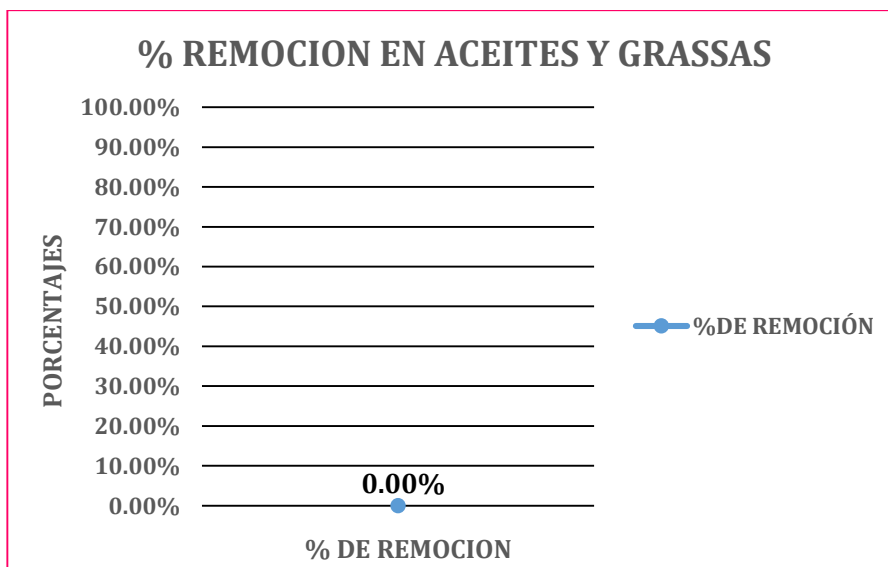


Figura 16. Aceites y Grasas VS LMP. (**) Límites Máximos permisibles para efluentes de una PTAR.

Interpretaciones:

- La grafica N° 15, nos muestra, la comparación de los resultados iniciales y finales (afluente y efluente), además de la normativa ECA- Categoría 3, determinando así el grado de aceptabilidad. En cuanto al parámetro de aceites y grasas, podemos observar, que al inicio (afluente), este salió con un valor de 4 mg/lit. y después del tratamiento (empleando el Eichhornia Crassipes), el efluente obtuvo un valor de 4 mg/lit. entonces, para este parámetro no hubo disminución alguna, es más si comparamos con las ECA, la cual da un valor de 1 mg/lit. para que sea apta para el riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto, entonces el valor obtenido al inicio y al final de tratamiento, es muy alto.
- La grafica N° 16, nos muestra, la comparación de los resultados iniciales y finales (afluente y efluente), además de la normativa de los LMP, determinando así el grado de aceptabilidad. En cuanto al parámetro de aceites y grasas, podemos observar, que al inicio (afluente), este salió con un valor de 4 mg/lit. y después del tratamiento (empleando el Eichhornia Crassipes), el efluente obtuvo un valor de 4 mg/lit. entonces, para este parámetro no hubo disminución alguna, pero, si comparamos con los LMP, el cual da un valor de 20 mg/lit. para que sea apta para el vertimiento a cualquier cuerpo receptor, entonces el valor obtenido al inicio y al final de tratamiento, está dentro de los límites.

Figura 17. Porcentaje de remoción de Aceites y Grasas: Laguna Mansión.



Interpretación: Este valor de remoción, salió 0.00 %, debido a que, tanto al inicio como al final, no hubo ninguna disminución del parámetro Aceites y grasa.

Tabla 11: Resumen del Cálculo de Aceites y Grasas, según ECA.

ACEITES Y GRASAS VS ECA (*)

MUESTREO	
AFLUENTE	4.00 mg/lit
EFLUENTE	4.00 mg/lit
Según ECA (*)	1.00 mg/lit

Fuente: Elaboración Propia.

(*) ECA – Categoría 3: riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto.

Tabla 12: Resumen del Cálculo de Aceites y Grasas, según LMP.

ACEITES Y GRASAS VS LMP

MUESTREO	
AFLUENTE	4.00 mg/lit
EFLUENTE	4.00 mg/lit
Según LMP (**)	20.00 mg/lit

Fuente: Elaboración Propia.

(*) LMP para efluentes de plantas de tratamiento de AA.RR.

Tabla 13: Resumen del porcentaje de remoción de Aceites y Grasas.

% de REMOCION: ACEITES Y GRASA

MUESTREO	
AFLUENTE	4.00 mg/lit
EFLUENTE	4.00 mg/lit
%DE REMOCIÓN	0.00%

Fuente: Elaboración Propia.

Comentario: las tablas nos muestran, el valor del análisis del parámetro Aceites y Grasas, tanto al inicio, como al final de la investigación, además de, los valores establecidos para este parámetro de las ECAs (Categoría 3) y LMP (para efluentes de una PTAR). Además del cuadro resumen, del porcentaje de remoción.

ii. CONDUCTIVIDAD.

Se obtuvieron los siguientes resultados, tal y como muestra la Figura N° 18.

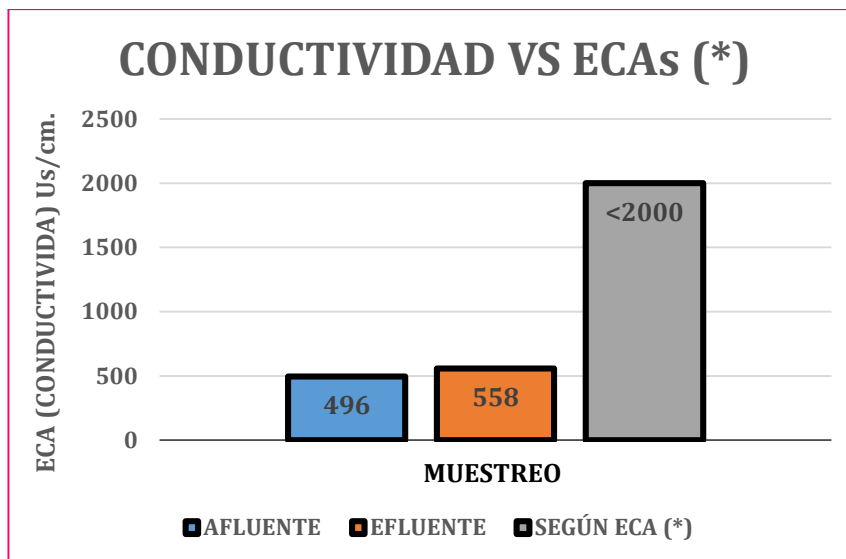


Figura 18. Conductividad VS ECA. (*) ECA – Categoría 3: Riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto.

Interpretación: La grafica nos muestra, la comparación de los resultados iniciales y finales (afluente y efluente), además de la normativa ECA- Categoría 3, determinando así el grado de aceptabilidad. En cuanto al parámetro de conductividad, podemos observar, que al inicio (afluente), este salió con un valor de 496 Us/cm. y después del tratamiento (empleando el Eichhornia Crassipes), el efluente obtuvo un valor de 558 Us/cm. entonces, para este parámetro, no hubo una reducción, sino un aumento, ahora, si comparamos con las ECA – Categoría 3, la cual da un valor de <2000 Us/cm. para que sea apta para el riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto, entonces el valor obtenido al inicio y al final de tratamiento, está dentro del rango establecido.

Tabla 14: Resumen del Cálculo de Conductividad, según ECA.

CONDUCTIVIDAD VS ECA (*)	
MUESTREO	
AFLUENTE	496 uS/cm
EFLUENTE	558 uS/cm
SEGÚN ECA (*)	<2000 uS/cm

Fuente: Elaboración Propia.

(*) ECA – Categoría 3: riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto.

Comentario: la tabla nos muestra, el valor del análisis del parámetro Conductividad, tanto al inicio, como al final de la investigación, además de, los valores establecidos para este parámetro de las ECAs (Categoría 3).

iii. FOSFATO.

Se obtuvieron los siguientes resultados, tal y como muestra la Figura N° 18.

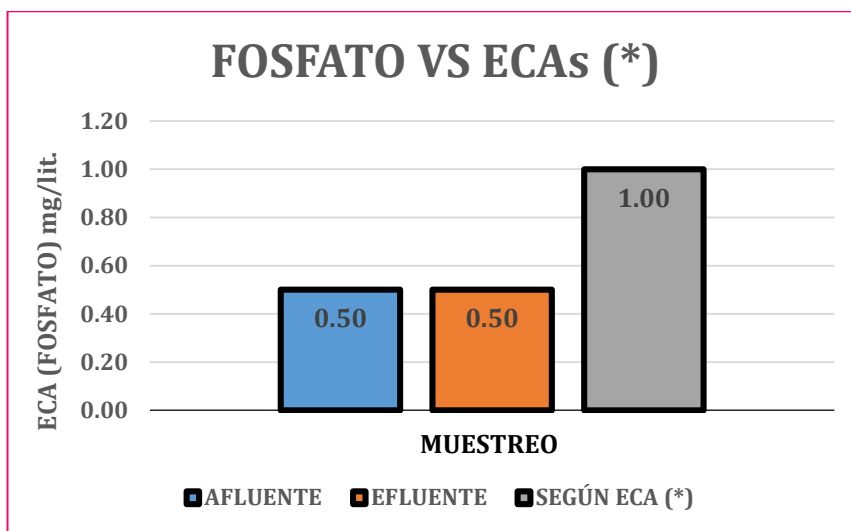
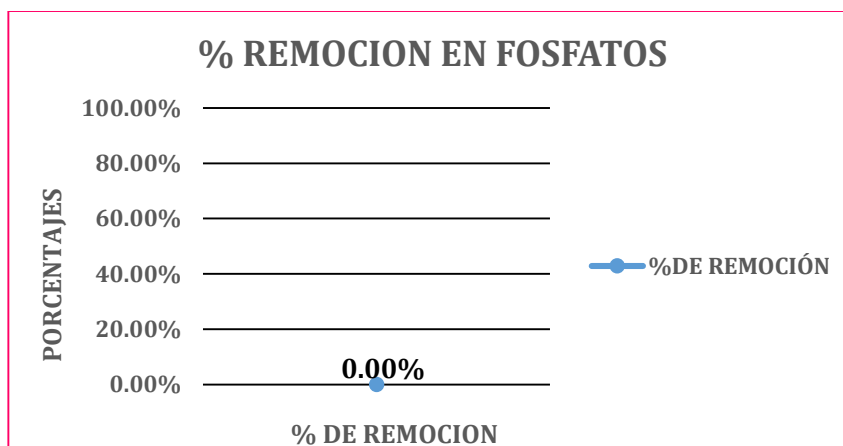


Figura 18. Fosfato VS ECA. (*) ECA – Categoría 3: Riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto.

Interpretación: La grafica nos muestra, la comparación de los resultados iniciales y finales (afluente y efluente), además de la normativa ECA- Categoría 3, determinando así el grado de aceptabilidad. En cuanto al parámetro de fosfato, podemos observar, que al inicio (afluente), este salió con un valor de 0.50 mg/lit. y después del tratamiento (empleando el *Eichhornia Crassipes*), el efluente obtuvo un valor de 0.50 mg/lit. Entonces, para este parámetro no hubo disminución alguna, ahora, si comparamos con las ECA, la cual da un valor de 1.00 mg/lit. Para que sea apta para el riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto, entonces el valor obtenido al inicio y al final de tratamiento, está dentro del rango establecido.

Figura 19. Porcentaje de remoción de Aceites y Grasas: Laguna Mansión.



Interpretación: Este valor de remoción, salió 0.00 %, debido a que, tanto al inicio como al final, no hubo ninguna disminución del parámetro Fosfato.

Tabla 15: Resumen del Cálculo de Fosfato, según ECA.

FOSFATO VS ECA (*)	
MUESTREO	
AFLUENTE	0.50 mg/lit
EFLUENTE	0.50 mg/lit
SEGÚN ECA (*)	1.00 mg/lit

Fuente: Elaboración Propia.

(*) ECA – Categoría 3: riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto.

Tabla 16: Resumen del porcentaje de remoción de Fosfatos.

% DE REMOCION: FOSFATO	
MUESTREO	
AFLUENTE	0.05 mg/lit
EFLUENTE	0.05 mg/lit
%DE REMOCIÓN	0.00%

Fuente: Elaboración Propia.

Comentario: las tablas nos muestran, el valor del análisis del parámetro Fosfato, tanto al inicio, como al final de la investigación, además de, los valores establecidos para este parámetro de las ECAs (Categoría 3). Se observa el cuadro resumen, del porcentaje de remoción.

iv. PH.

Se obtuvieron los siguientes resultados, tal y como muestra la Figura N° 20 y Figura N° 21.

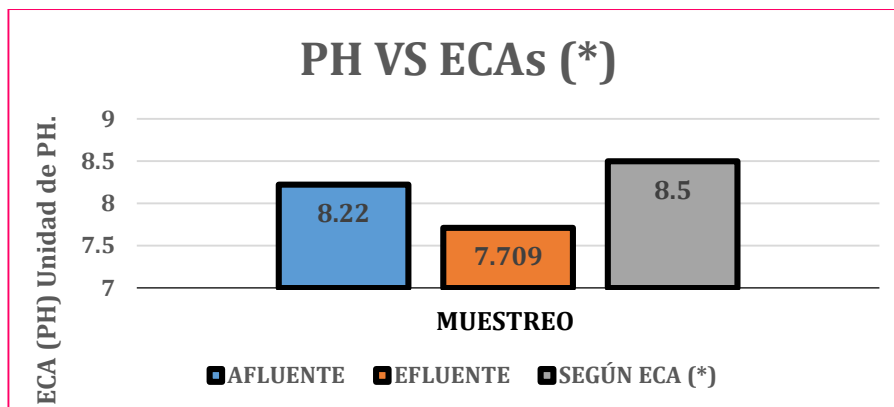


Figura 20. PH VS ECA. (*) ECA – Categoría 3: Riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto.

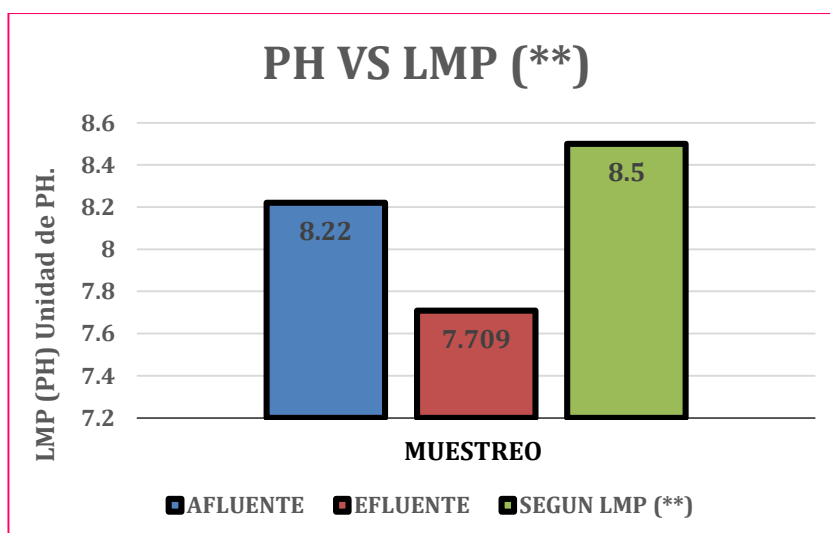


Figura 21. PH VS LMP. (**) Límites Máximos permisibles para efluentes de una PTAR.

Interpretaciones:

- La grafica N° 20, nos muestra, la comparación de los resultados iniciales y finales (afluente y efluente), además de la normativa ECA- Categoría 3, determinando así el grado de aceptabilidad. En cuanto al parámetro de PH, podemos observar, que al inicio (afluente), este salió con un valor de 8.22 Unidades de PH. y después del tratamiento (empleando el Eichhornia Crassipes), el efluente obtuvo un valor de 7.709 Unidades de PH. entonces, para este parámetro hubo disminución, ahora, si comparamos con las ECA, la

cual da un valor de <6.5 – 8.5> Unidad de PH. para que sea apta para el riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto, entonces el valor obtenido al inicio y al final de tratamiento, están dentro del rango establecido.

- La grafica N° 21, nos muestra, la comparación de los resultados iniciales y finales (afluente y efluente), además de la normativa de los LMP, determinando así el grado de aceptabilidad. En cuanto al parámetro de PH, podemos observar, que al inicio (afluente), este salió con un valor de 8.22 Unidades de PH. y después del tratamiento (empleando el Eichhornia Crassipes), el efluente obtuvo un valor de 7.709 Unidades de PH. entonces, para este parámetro hubo disminución, ahora, si comparamos con los LMP, el cual da un valor de <6.5 – 8.5> Unidad de PH. para que sea apta para el vertimiento a cualquier cuerpo receptor, entonces el valor obtenido al inicio y al final de tratamiento, está dentro de los límites.

Tabla 17: Resumen del Cálculo de PH, según ECA.

PH VS ECA (*)	
MUESTREO	
AFLUENTE	8.22 Unid. PH
EFLUENTE	7.709 Unid. PH
SEGÚN ECA (*)	6.5 - 8.5

Fuente: Elaboración Propia.

(*) ECA – Categoría 3: riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto.

Tabla 18: Resumen del Cálculo de PH, según LMP.

PH VS LMP	
MUESTREO	
AFLUENTE	8.22 Unid. PH
EFLUENTE	7.709 Unid. PH
SEGUN LMP (**)	6.5 - 8.5

Fuente: Elaboración Propia.

(*) LMP para efluentes de plantas de tratamiento de AA.RR.

Comentario: las tablas nos muestran, el valor del análisis del PH, tanto al inicio, como al final de la investigación, además de, los valores establecidos para este parámetro de las ECAs (Categoría 3) y LMP (para efluentes de una PTAR).

v. SÓLIDOS SEDIMENTABLES.

Se obtuvieron los siguientes resultados, tal y como muestra la Figura N° 22.

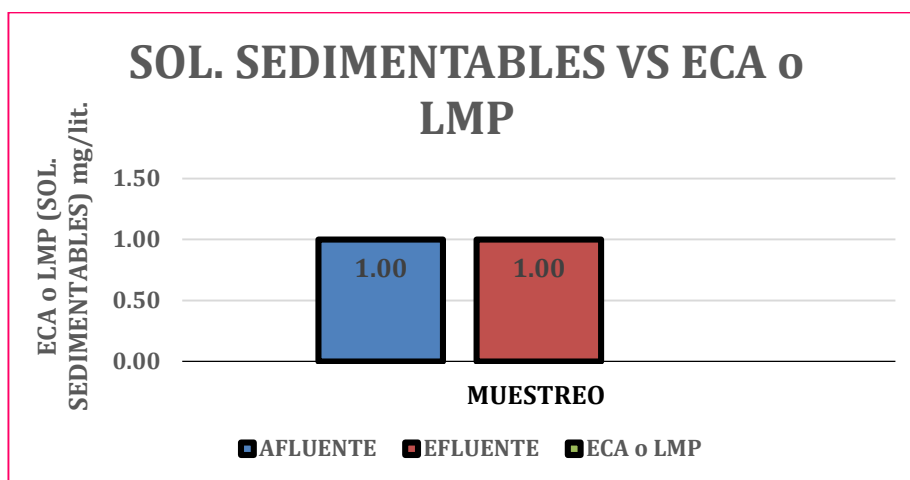
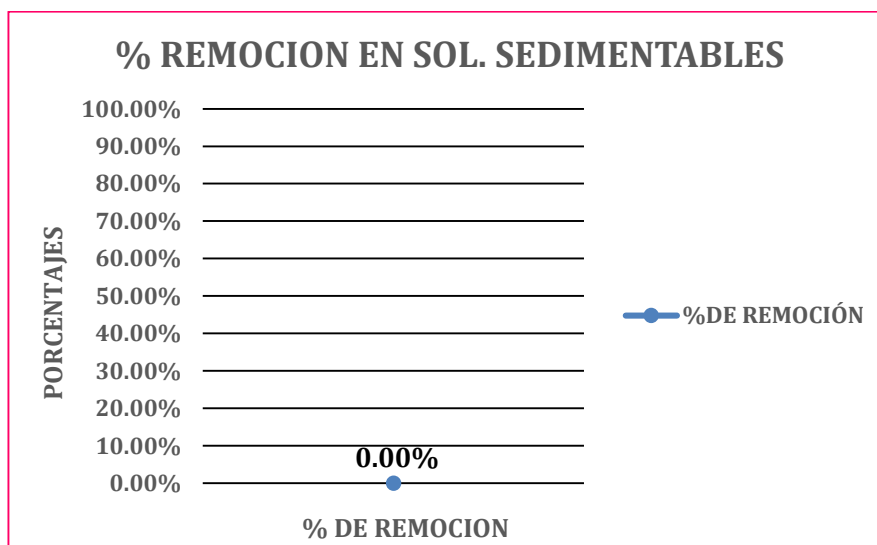


Figura 22. SOL. SEDIMENTABLES VS ECA o LMP.

Interpretación: La grafica nos muestra, la comparación de los resultados iniciales y finales (afluente y efluente). En este parámetro, no se hizo la comparación respectiva, debido a que dentro de la normativa de las ECAS – Categoría 3 y sub categorías: para el riego de vegetales y bebida de animales, no existe el parámetro de los Sólidos Sedimentables. Así mismo, al inicio del diagnóstico de los resultados, también se dio a conocer que se trabajaría con los LMP, pero, al igual que las ECA, no existe el parámetro de los sólidos sedimentables. En cuanto al parámetro de sólidos sedimentables, podemos observar, que al inicio (afluente), este salió con un valor de 1.00 mg/lit. Y después del tratamiento (empleando el *Eichhornia Crassipes*), el efluente obtuvo un valor de 1.00 mg/lit. Entonces, para este parámetro no hubo disminución alguna.

Figura 23. Porcentaje de remoción de Solidos Sedimentables: Laguna Mansión.

Interpretación: Este valor de remoción, salió 0.00 %, debido a que, tanto al inicio como al final, no hubo ninguna disminución del parámetro de Solidos Sedimentables.

Tabla 19: Resumen del Cálculo de Solidos Sedimentables.

SOLIDOS SEDIMENTABLES VS ECA o LMP	
MUESTREO	
AFLUENTE	1.00 mg/L
EFLUENTE	1.00 mg/L
ECA o LMP	....

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 20: Resumen del porcentaje de remoción de Solidos Sedimentables.

% DE REMOCION: SOL. SEDIMENTABLES	
MUESTREO	
AFLUENTE	1.00 mg/L
EFLUENTE	1.00 mg/L
%DE REMOCIÓN	0.00%

Fuente: Elaboración Propia.

Comentario: las tablas nos muestran, el valor del análisis del parámetro Solidos sedimentables, tanto al inicio, como al final de la investigación. En cuanto al valor establecido para este parámetro por las ECAS Y LMP, no existe. Se observa el cuadro resumen, del porcentaje de remoción.

vi. SÓLIDOS TOTALES.

Se obtuvieron los siguientes resultados, tal y como muestra la Figura N° 24.

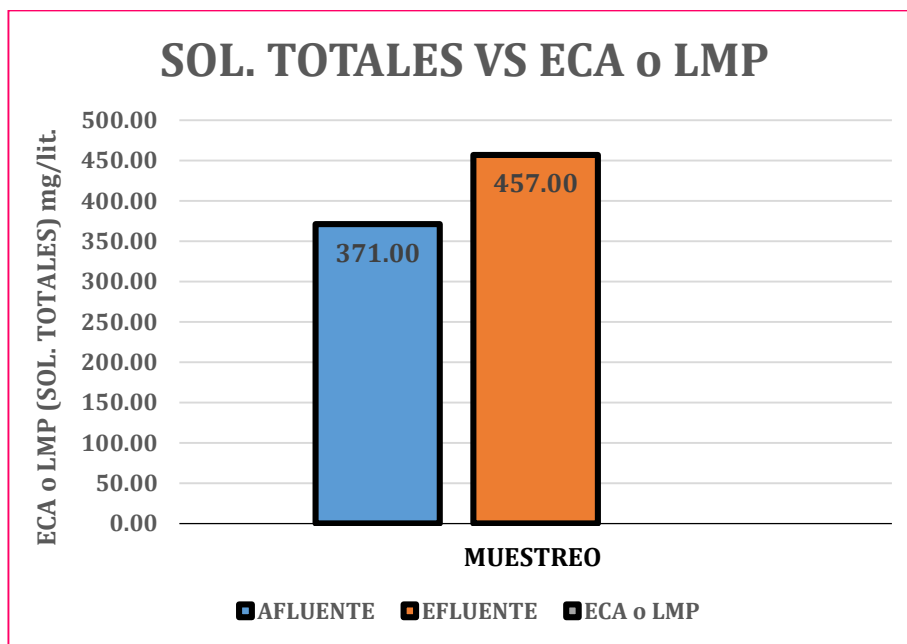
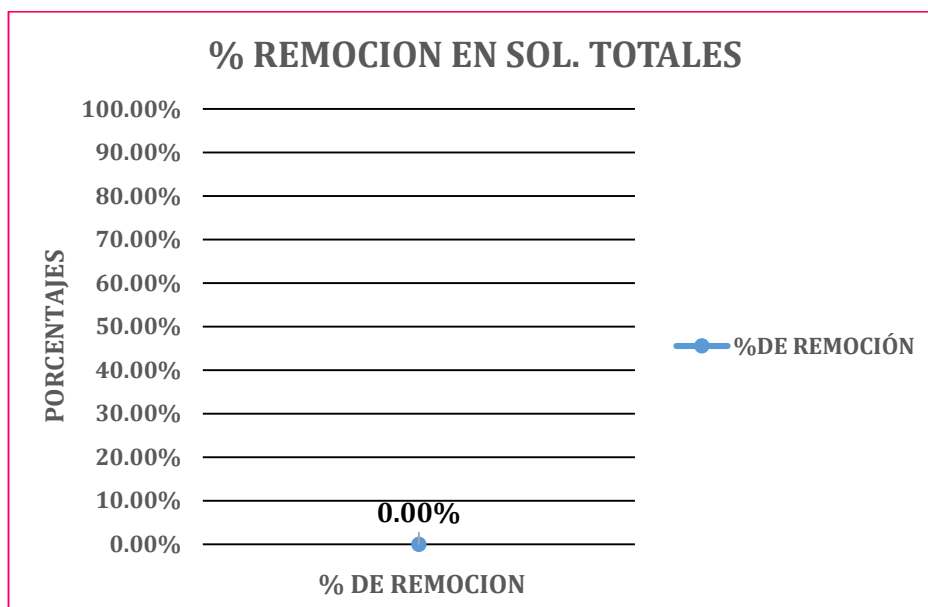


Figura 24. SOL. TOTALES VS ECA o LMP.

Interpretación: La grafica nos muestra, la comparación de los resultados iniciales y finales (afluente y efluente). En este parámetro, no se hizo la comparación respectiva, debido a que dentro de la normativa de las ECAS – Categoría 3 y sub categorías: para el riego de vegetales y bebida de animales, no existe el parámetro de los Sólidos totales. Así mismo, al inicio del diagnóstico de los resultados, también se dio a conocer que se trabajaría con los LMP, pero, al igual que las ECA, no existe el parámetro de los sólidos totales. En cuanto al parámetro de sólidos totales, podemos observar, que al inicio (afluente), este salió con un valor de 371.00 mg/lit. y después del tratamiento (empleando el *Eichhornia Crassipes*), el efluente obtuvo un valor de 457.00 mg/lit. Entonces, en este parámetro, no hubo disminución más bien hubo un aumento de concentración.

Figura 25. Porcentaje de remoción de Solidos Totales: Laguna Mansión.

Interpretación: Este valor de remoción, salió 0.00 %, debido a que, comparando los valores de los análisis de las muestras, al inicio y al final del proyecto, este parámetro de Solidos totales, aumento en su concentración.

Tabla 21: Resumen del Cálculo de Solidos Totales.

SOLIDOS TOTALES VS ECA o LMP

MUESTREO	
AFLUENTE	371.00 mg/L
EFLUENTE	457.00 mg/L
ECA o LMP	...

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 22: Resumen del porcentaje de remoción de Solidos totales.

% REMOCION: SOLIDOS TOTALES

MUESTREO	
AFLUENTE	371.00 mg/L
EFLUENTE	457.00 mg/L
%DE REMOCIÓN	0.00%

Fuente: Elaboración Propia.

Comentario: las tablas nos muestran, el valor del análisis del parámetro Solidos totales, tanto al inicio, como al final de la investigación. En cuanto al valor establecido para este parámetro por las ECAS Y LMP, no existe. el cuadro de

resumen contiene el valor del porcentaje de remoción, siendo este valor para los sólidos totales de 0.00 %, ya que dicho parámetro en vez de disminuir aumento en su cantidad (aumento en un 23.18%).

vii. SÓLIDOS TOTALES EN SUSPENSION.

Se obtuvieron los siguientes resultados, tal y como muestra la Figura N° 26.

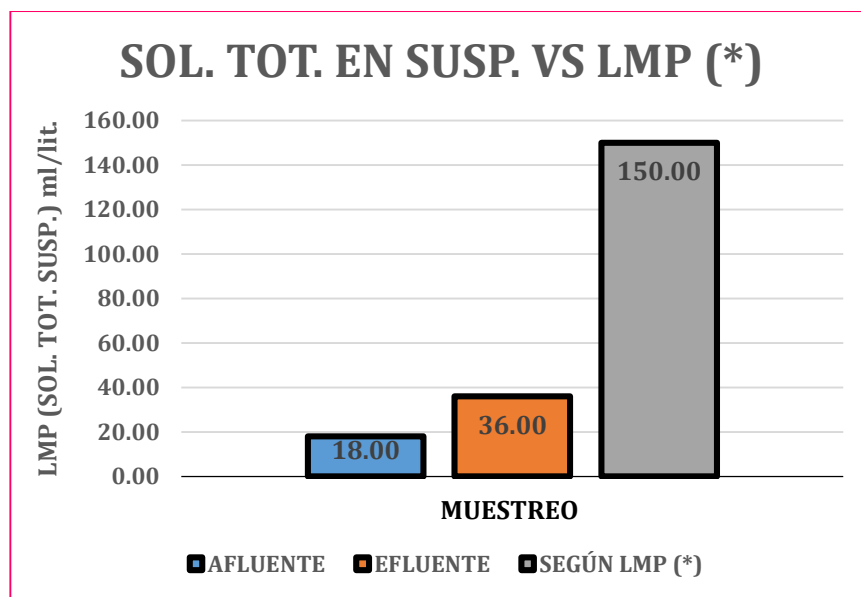
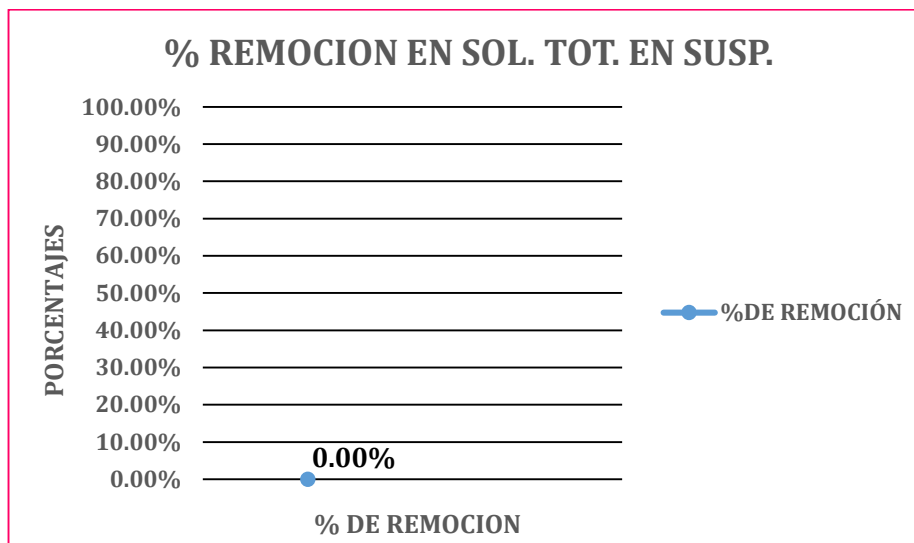


Figura 26. SOL. TOT. EN SUSPENSION VS LMP. (*) Límites Máximos permisibles para efluentes de una PTAR.

Interpretación: La gráfica, nos muestra, la comparación de los resultados iniciales y finales (afluente y efluente), además de la normativa de los LMP, determinando así el grado de aceptabilidad. En cuanto al parámetro de sólidos totales en suspensión, podemos observar, que al inicio (afluente), este salió con un valor de 18.00 ml/lit. y después del tratamiento (empleando el *Eichhornia Crassipes*), el efluente obtuvo un valor de 36.00 ml/lit. Entonces, para este parámetro no hubo disminución, ahora, más bien hubo un aumento, ahora, si comparamos con los LMP, el cual da un valor de 150 ml/lit. Para que sea apta para el vertimiento a cualquier cuerpo receptor, entonces el valor obtenido al inicio y al final de tratamiento, está dentro de los límites.

Figura 27. Porcentaje de remoción de Solidos Totales en suspensión: Laguna Mansión.



Interpretación: Este valor de remoción, salió 0.00 %, debido a que, comparando los valores de los análisis de las muestras, al inicio y al final del proyecto, este parámetro de Solidos totales en suspensión, aumento en su concentración.

Tabla 23: Resumen del Cálculo de Solidos Totales en suspensión, según LMP.

SOLIDOS TOTALES EN SUSPENSION VS LMP (*)	
MUESTREO	
AFLUENTE	18.00 ml/L
EFLUENTE	36.00 ml/L
SEGÚN LMP (*)	150.00 ml/L

Fuente: Elaboración Propia.

(*) LMP para efluentes de plantas de tratamiento de AA.RR.

Tabla 24: Resumen del porcentaje de remoción de Solidos totales en suspensión.

% REMOCION: SOL. TOTAL. EN SUSPENSION	
MUESTREO	
AFLUENTE	18.00 ml/L
EFLUENTE	36.00 ml/L
%DE REMOCIÓN	0.00%

Fuente: Elaboración Propia.

Comentario: las tablas nos muestran, el valor del análisis de los sólidos totales en suspensión, tanto al inicio, como al final de la investigación, además de, los valores establecidos por los LMP para este parámetro (para efluentes de una PTAR). El cuadro de resumen de remoción, contiene el valor del porcentaje de remoción, siendo

este valor para los sólidos totales en suspensión de 0.00 %, ya que dicho parámetro en vez de disminuir aumento en su cantidad (aumento en un 100.00 %).

viii. SÓLIDOS VOLÁTILES.

Se obtuvieron los siguientes resultados, tal y como muestra la Figura N° 28.

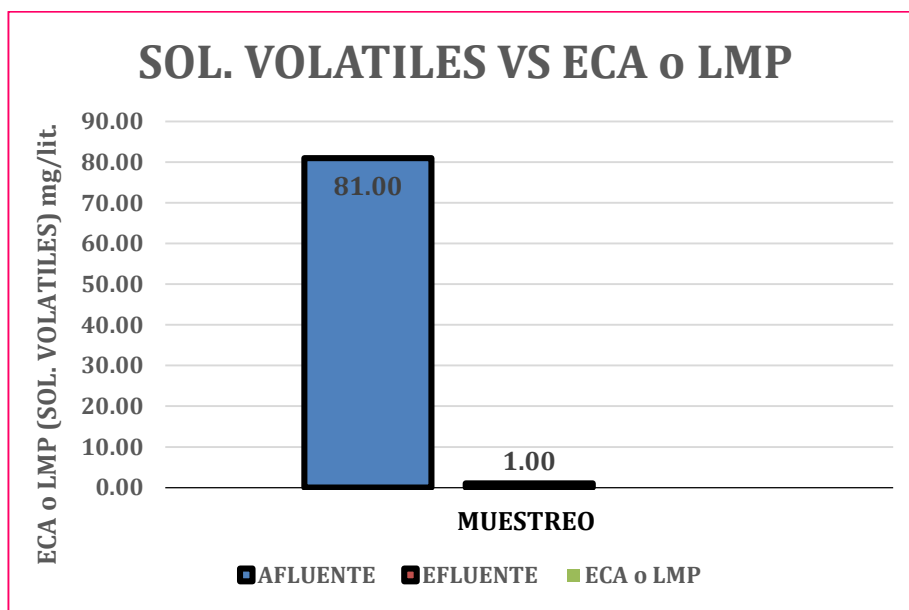
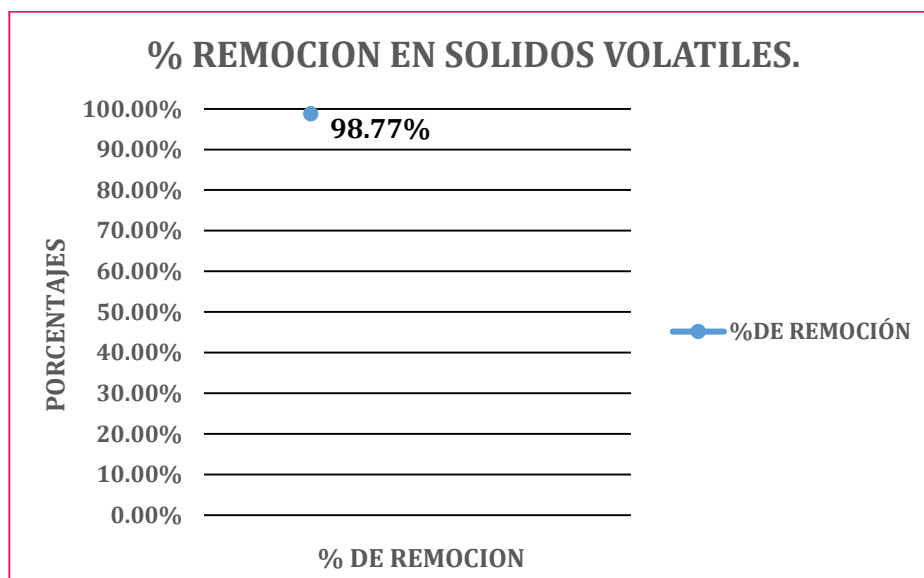


Figura 28. SÓLIDOS VOLÁTILES VS ECA o LMP.

Interpretación: La grafica nos muestra, la comparación de los resultados iniciales y finales (afluente y efluente). En este parámetro, no se hizo la comparación respectiva, debido a que dentro de la normativa de las ECAS – Categoría 3 y sub categorías: para el riego de vegetales y bebida de animales, no existe el parámetro de los Sólidos volátiles. Así mismo, al inicio del diagnóstico de los resultados, también se dio a conocer que se trabajaría con los LMP, pero, al igual que las ECA, no existe el parámetro de los sólidos volátiles. En cuanto al parámetro de sólidos volátiles, podemos observar, que al inicio (afluente), este salió con un valor de 81.00 mg/lit. y después del tratamiento (empleando el *Eichhornia Crassipes*), el efluente obtuvo un valor de 1.00 mg/lit. Entonces, en este parámetro, hubo una disminución del parámetro casi al 100%.

Figura 29. Porcentaje de remoción de Solidos Volátiles: Laguna Mansión.

Interpretación: Este valor de remoción, salió 98.77 %, debido a que, comparando los valores de los análisis de las muestras, al inicio y al final del proyecto, este parámetro de Solidos volátiles, disminuyo en su concentración, al final del proyecto (después del tratamiento).

Tabla 25: Resumen del Cálculo de Solidos volátiles, según ECA o LMP.**SOLIDOS VOLATILES VS ECA o LMP**

MUESTREO	
AFLUENTE	81.00 mg/L
EFLUENTE	1.00 mg/L
ECA o LMP	....

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 26: Resumen del porcentaje de remoción de Solidos volátiles.**% REMOCION: SOLIDOS VOLATILES**

MUESTREO	
AFLUENTE	81.00 mg/L
EFLUENTE	1.00 mg/L
%DE REMOCIÓN	98.77%

Fuente: Elaboración Propia.

Comentario: las tablas nos muestran, el valor del análisis de los sólidos volátiles, tanto al inicio, como al final de la investigación. En cuanto al valor establecido para

este parámetro por las ECAS Y LMP, no existe. El cuadro de resumen contiene el valor del porcentaje de remoción, siendo este valor para los sólidos totales de 98.77 %.

ix. TEMPERATURA.

Se obtuvieron los siguientes resultados, tal y como muestra la Figura N° 30.

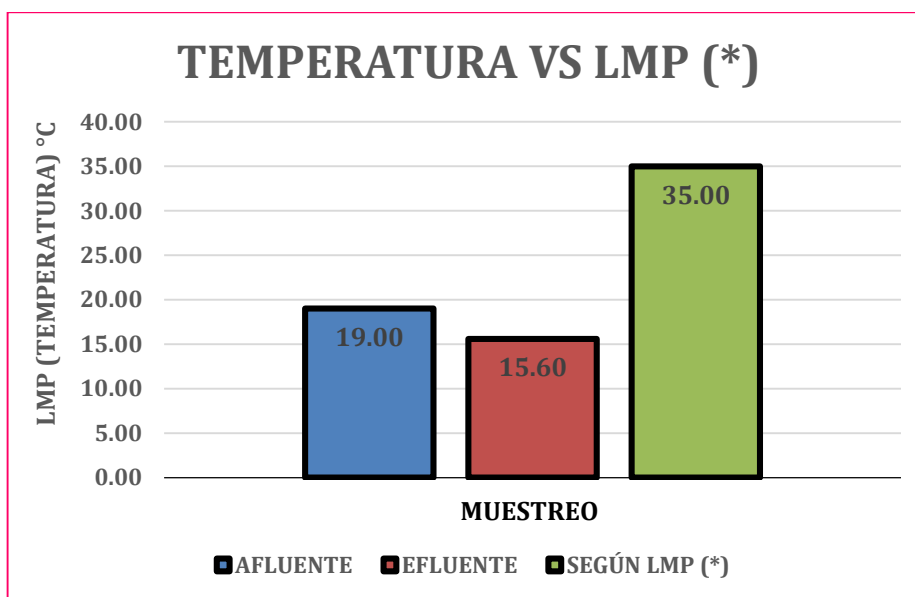


Figura 30. TEMPERATURA VS LMP. (*) Límites Máximos permisibles para efluentes de una PTAR.

Interpretación: La grafica nos muestra, la comparación de los resultados iniciales y finales (afluente y efluente), además de la normativa de los Límites Máximos Permisibles LMP, determinando así el grado de aceptabilidad. En cuanto al parámetro de la temperatura, podemos observar, que al inicio (afluente), este salió con un valor de 19.00 °C. y después del tratamiento (empleando el Eichhornia Crassipes), el efluente obtuvo un valor de 15.60 °C. Entonces, para este parámetro hubo una disminución de valores, ahora, si comparamos con los LMP, la cual da un valor de < 35.00 °C (para el parámetro de temperatura), para que sea apta su vertimiento a cualquier cuerpo receptor, entonces el valor obtenido al inicio y al final de tratamiento, están dentro del parámetro establecido.

Tabla 27: Resumen del Cálculo de Temperatura, según LMP.

TEMPERATURA VS LMP (*)	
MUESTREO	
AFLUENTE	19.00 °C
EFLUENTE	15.60 °C
SEGÚN LMP (*)	< 35 °C

Fuente: Elaboración Propia.

Comentario: las tablas nos muestran, el valor del análisis de la temperatura, tanto al inicio, como al final de la investigación, además de, los valores establecidos por los LMP para este parámetro (para efluentes de una PTAR).

x. TURBIEDAD.

Se obtuvieron los siguientes resultados, tal y como muestra la Figura N° 31.

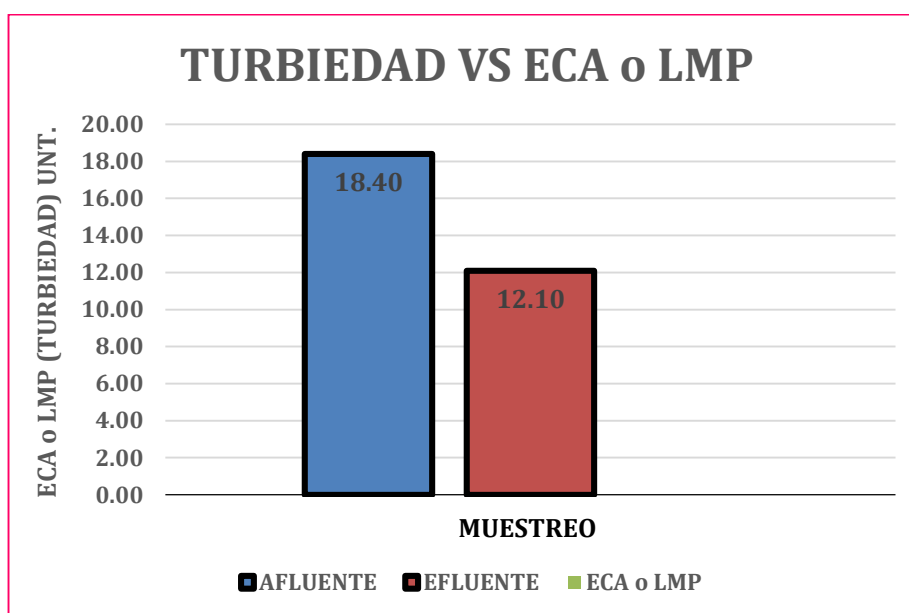
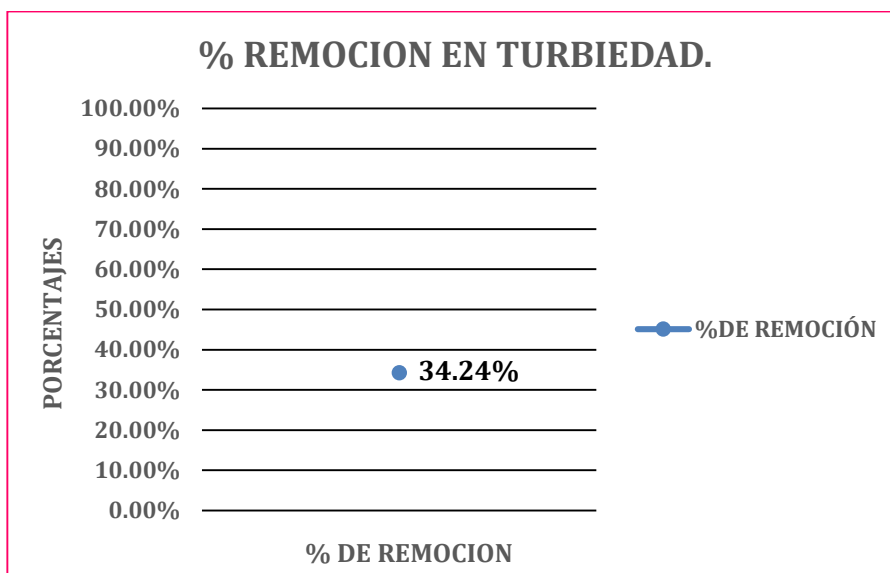


Figura 31. TURBIEDAD VS ECA o LMP.

Interpretación: La grafica nos muestra, la comparación de los resultados iniciales y finales (afluente y efluente). En este parámetro, no se hizo la comparación respectiva, debido a que dentro de la normativa de las ECAS – Categoría 3 y sub categorías: para el riego de vegetales y bebida de animales, no existe el parámetro de la turbiedad. Así mismo, en los LMP, al igual que las ECA, no existe el parámetro de la turbiedad. En cuanto al parámetro de turbiedad, podemos observar, que al inicio

(afluente), este salió con un valor de 18.40 UNT. y después del tratamiento (empleando el *Eichhornia Crassipes*), el efluente obtuvo un valor de 12.10 UNT. Entonces, en este parámetro, hubo una disminución.

Figura 32. Porcentaje de remoción de Turbiedad: Laguna Mansión.



Interpretación: Este valor de remoción, salió 34.24 %, debido a que, comparando los valores de los análisis de las muestras, al inicio y al final del proyecto, este parámetro de turbiedad, disminuyó en su concentración, al final del proyecto (después del tratamiento).

Tabla 28: Resumen del Cálculo de turbiedad, según ECA o LMP.

TURBIEDAD VS ECA o LMP	
MUESTREO	
AFLUENTE	18.40 UNT
EFLUENTE	12.10 UNT
ECA o LMP	...

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 29: Resumen del porcentaje de remoción de turbiedad.

% REMOCION: TURBIEDAD	
MUESTREO	
AFLUENTE	18.40 UNT
EFLUENTE	12.10 UNT
%DE REMOCIÓN	34.24%

Fuente: Elaboración Propia.

Comentario: las tablas nos muestran, el valor del análisis de la turbiedad, tanto al inicio, como al final de la investigación. En cuanto al valor establecido para este parámetro por las ECAS Y LMP, no existe. El cuadro de resumen contiene el valor del porcentaje de remoción, siendo este valor para la turbiedad de 34.24 %.

xi. ARSENICO TOTAL.

Se obtuvieron los siguientes resultados, tal y como muestra la Figura N° 33.

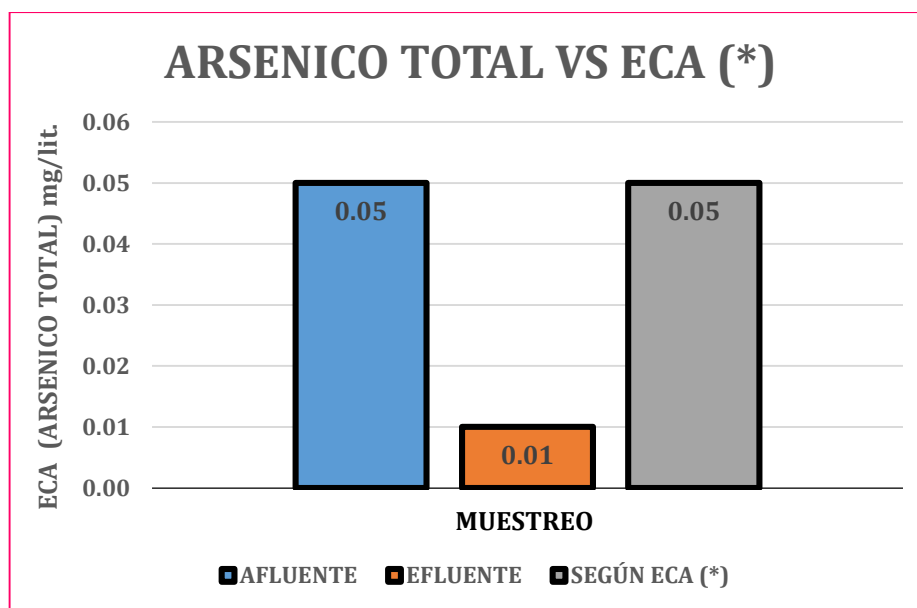
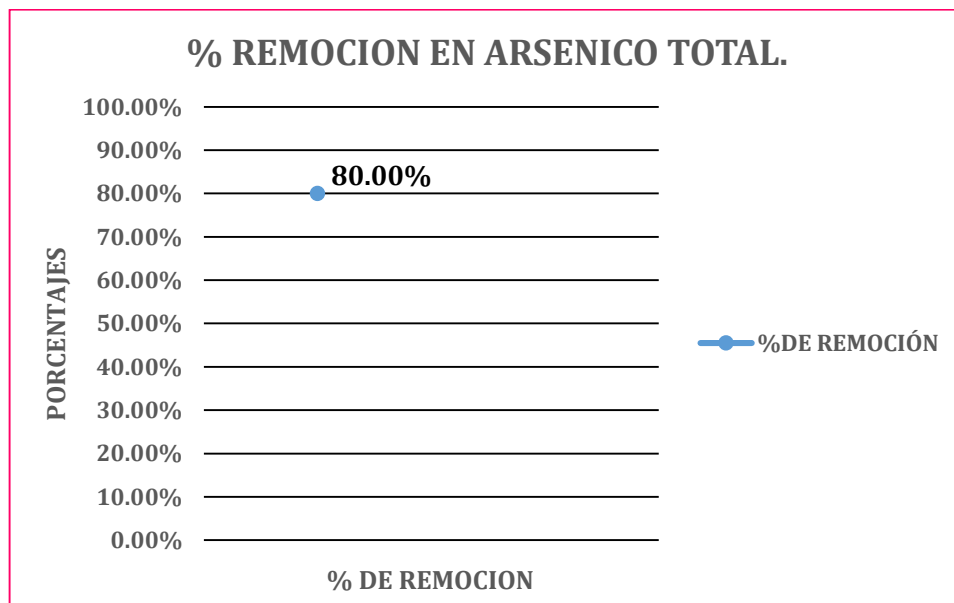


Figura 33. ARSENICO TOTAL VS ECA. (*) ECA – Categoría 3: Riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto.

Interpretación: La grafica nos muestra, la comparación de los resultados iniciales y finales (afluente y efluente), además de la normativa ECA- Categoría 3, para las comparaciones, determinando así el grado de aceptabilidad. En cuanto al parámetro de arsénico total, podemos observar, que al inicio (afluente), este salió con un valor de 0.05 mg/lit. y después del tratamiento (empleando el Eichhornia Crassipes), el efluente obtuvo un valor de 0.01 mg/lit. Entonces, para este parámetro hubo disminución (reducción de valores), ahora, si comparamos con las ECA, la cual da un valor de 0.05 mg/lit. Para que sea apta para el riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto, entonces, nos damos cuenta, que, al inicio, el afluente tenía el mismo valor del parámetro establecido por las ECA, ya después del tratamiento, empleando el Eichhornia Crassipes, el valor disminuyo, pudiéndose decir, que este parámetro se encuentra del rango establecido.

Figura 34. Porcentaje de remoción de Arsénico total: Laguna Mansión.

Interpretación: Este valor de remoción, salió 80.00 %, debido a que, hubo degradación de la materia orgánica (contaminantes). Comparando los valores de los análisis de las muestras, al inicio y al final del proyecto, este parámetro de arsénico total, disminuyó en su concentración, al final del proyecto (después del tratamiento).

Tabla 30: Resumen del Cálculo de arsénico total, según ECA.**ARSENICO TOTAL VS ECA (*)**

MUESTREO	
AFLUENTE	0.05 mg/L
EFLUENTE	0.01 mg/L
SEGÚN ECA (*)	0.05 mg/L

Fuente: Elaboración Propia.

(*) ECA – Categoría 3: riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto.

Tabla 31: Resumen del porcentaje de remoción de arsénico total.**% REMOCION: ARSENICO TOTAL**

MUESTREO	
AFLUENTE	0.05 mg/L
EFLUENTE	0.01 mg/L
%DE REMOCIÓN	80.00%

Fuente: Elaboración Propia.

Comentario: las tablas nos muestran, el valor del análisis del arsénico total, tanto al inicio, como al final de la investigación, además de, los valores establecidos para este parámetro de las ECAs (Categoría 3). El cuadro de resumen contiene el valor del porcentaje de remoción, siendo este valor para el arsénico total de 34.24 %.

xii. PLOMO TOTAL.

Se obtuvieron los siguientes resultados, tal y como muestra la Figura N° 35.

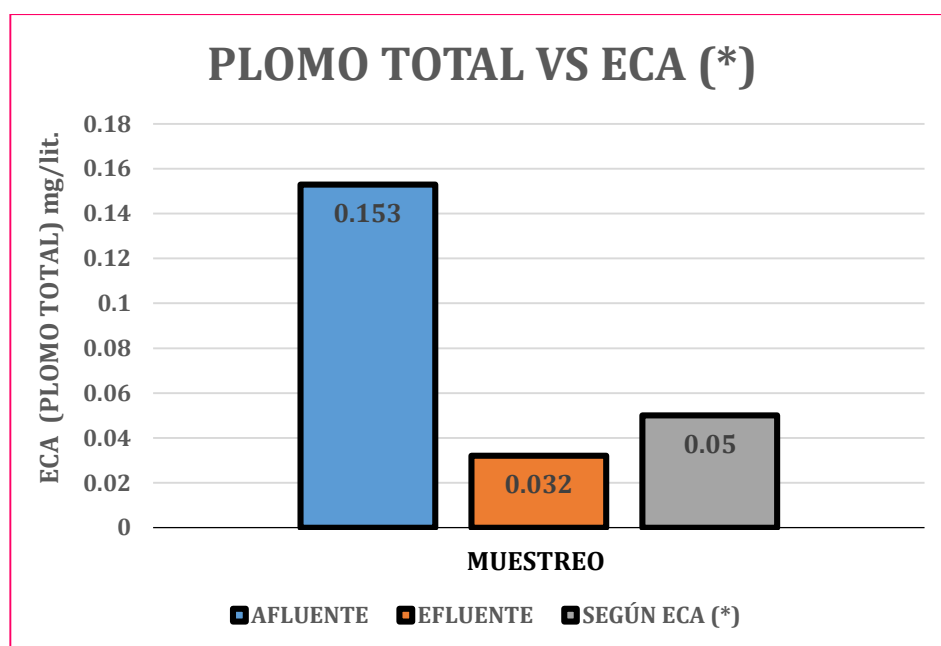
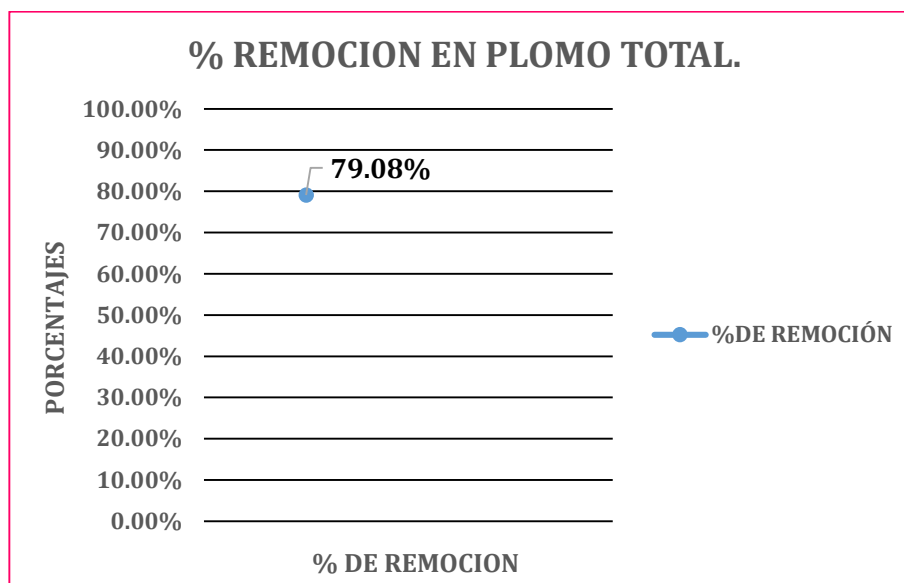


Figura 35. PLOMO TOTAL VS ECA. (*) ECA – Categoría 3: Riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto.

Interpretación: La grafica nos muestra, la comparación de los resultados iniciales y finales (afluente y efluente), además de la normativa ECA- Categoría 3, para las comparaciones, determinando así el grado de aceptabilidad. En cuanto al parámetro de Plomo total, podemos observar, que al inicio (afluente), este salió con un valor de 0.153 mg/lit. y después del tratamiento (empleando el Eichhornia Crassipes), el efluente obtuvo un valor de 0.032 mg/lit. Entonces, para este parámetro hubo una disminución de concentración; ahora, si comparamos con las ECA, la cual da un valor de 0.05 mg/lit. Para que sea apta para el riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto, entonces, ambos valores (inicial y final), están dentro del rango establecido.

Figura 36. Porcentaje de remoción de Plomo total: Laguna Mansión.

Interpretación: Este valor de remoción, salió 79.08 %, debido a que, hubo degradación de la materia orgánica (contaminantes). Comparando los valores de los análisis de las muestras, al inicio y al final del proyecto, este parámetro de plomo total, disminuyó en su concentración, al final del proyecto (después del tratamiento).

Tabla 32: Resumen del Cálculo de plomo total, según ECA.**PLOMO TOTAL VS ECA (*)**

MUESTREO	
AFLUENTE	0.153 mg/L
EFLUENTE	0.032 mg/L
SEGÚN ECA (*)	0.05 mg/L

Fuente: Elaboración Propia.

(*) ECA – Categoría 3: riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto.

Tabla 33: Resumen del porcentaje de remoción de plomo total.**% REMOCION: PLOMO TOTAL**

MUESTREO	
AFLUENTE	0.153 mg/L
EFLUENTE	0.032 mg/L
% DE REMOCIÓN	79.08%

Fuente: Elaboración Propia.

Comentario: las tablas nos muestran, el valor del análisis del plomo total, tanto al inicio, como al final de la investigación, además de, los valores establecidos para este parámetro de las ECAs (Categoría 3). El cuadro de resumen contiene el valor del porcentaje de remoción, siendo este valor para el plomo total de 79.08 %.

xiii. DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO.

Se obtuvieron los siguientes resultados, tal y como muestra la Figura N° 37 y Figura N° 38.

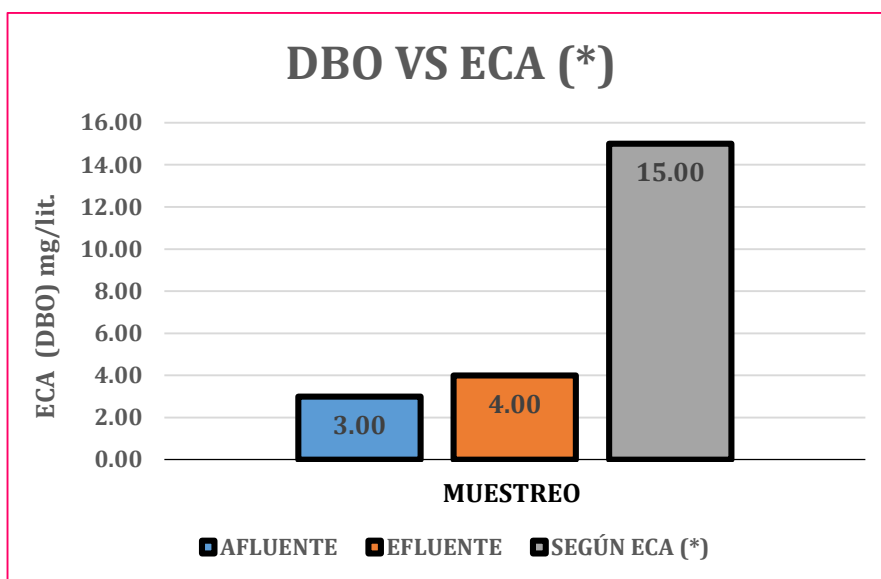


Figura 37. DBO VS ECA. (*) ECA – Categoría 3: Riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto.

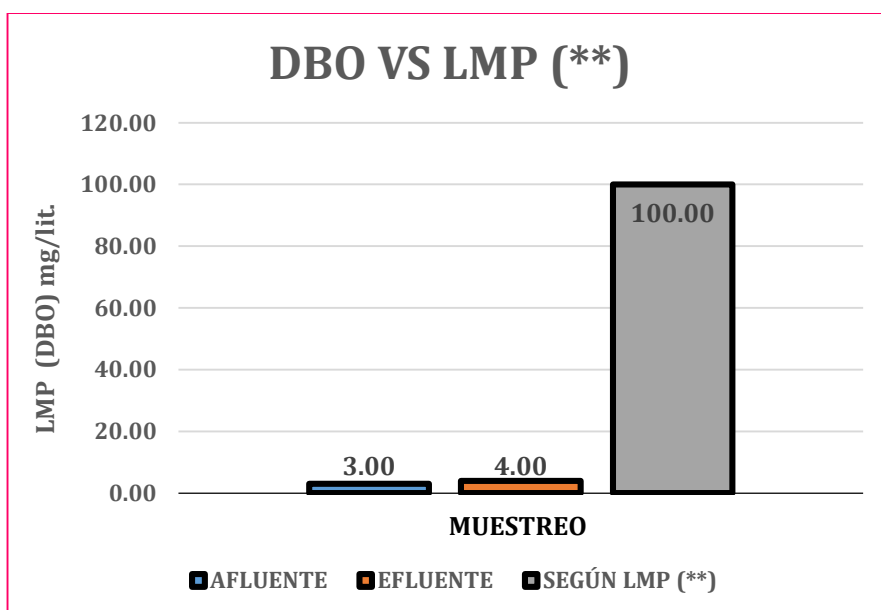
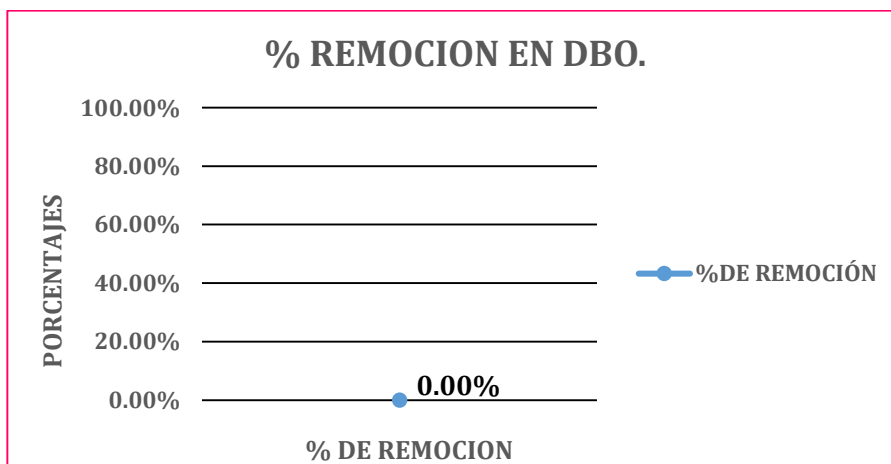


Figura 38. DBO VS LMP. (**) Límites Máximos permisibles para efluentes de una PTAR.

Interpretaciones:

- La grafica N° 37, nos muestra, la comparación de los resultados iniciales y finales (afluente y efluente), además de la normativa ECA- Categoría 3, determinando así el grado de aceptabilidad. En cuanto al parámetro de DBO, podemos observar, que al inicio (afluente), este salió con un valor de 3 mg/lit. y después del tratamiento (empleando el Eichhornia Crassipes), el efluente obtuvo un valor de 4 mg/lit. entonces, para este parámetro no hubo disminución, más bien hubo un incremento en la concentración, ahora, si comparamos estos valores con las ECA, la cual da un valor de 15 mg/lit. para que sea apta para el riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto, entonces los valores obtenidos al inicio y al final de tratamiento, están dentro del rango establecido.
- La grafica N° 38, nos muestra, la comparación de los resultados iniciales y finales (afluente y efluente), además de la normativa de los LMP, determinando así el grado de aceptabilidad. En cuanto al parámetro de DBO, podemos observar, que al inicio (afluente), este salió con un valor de 3 mg/lit. y después del tratamiento (empleando el Eichhornia Crassipes), el efluente obtuvo un valor de 4 mg/lit. entonces, para este parámetro no hubo disminución, más bien hubo un incremento en la concentración, pero, si comparamos con los LMP, el cual da un valor de 100 mg/lit. para que sea apta para el vertimiento a cualquier cuerpo receptor, entonces el valor obtenido al inicio y al final de tratamiento, está dentro de los límites.

Figura 39. Porcentaje de remoción de la DBO: Laguna Mansión.



Interpretación: Este valor de remoción, salió 0.00 %, debido a que, comparando los valores de los análisis de las muestras, al inicio y al final del proyecto, este parámetro de DBO, aumento en su concentración.

Tabla 34: Resumen del Cálculo de DBO, según ECA.

DBO VS ECA (*)

MUESTREO	
AFLUENTE	3.00 mg/L DBO
EFLUENTE	4.00 mg/L DBO
SEGÚN ECA (*)	15 mg/L DBO

Fuente: Elaboración Propia.

(*) ECA – Categoría 3: riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto.

Tabla 35: Resumen del Cálculo de DBO, según LMP.

DBO VS LMP ()**

MUESTREO	
AFLUENTE	3.00 mg/L DBO
EFLUENTE	4.00 mg/L DBO
SEGÚN LMP (**)	100 mg/L DBO

Fuente: Elaboración Propia.

(**) LMP para efluentes de plantas de tratamiento de AA.RR.

Tabla 36: Resumen del porcentaje de remoción de DBO.

% REMOCION: DBO

MUESTREO	
AFLUENTE	3.00 mg/L DBO
EFLUENTE	4.00 mg/L DBO
%DE REMOCIÓN	0.00%

Fuente: Elaboración Propia.

Comentario: las tablas nos muestran, el valor del análisis del parámetro de DBO, tanto al inicio, como al final de la investigación, además de, los valores establecidos para este parámetro: las ECAs (Categoría 3) y LMP (para efluentes de una PTAR). El cuadro de resumen de remoción, contiene el valor del porcentaje de remoción, siendo este valor para la DBO de 0.00 %, ya que dicho parámetro en vez de disminuir aumento en su cantidad (aumento en un 33.33 %).

xiv. DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO.

Se obtuvieron los siguientes resultados, tal y como muestra la Figura N° 40 y Figura N° 41.

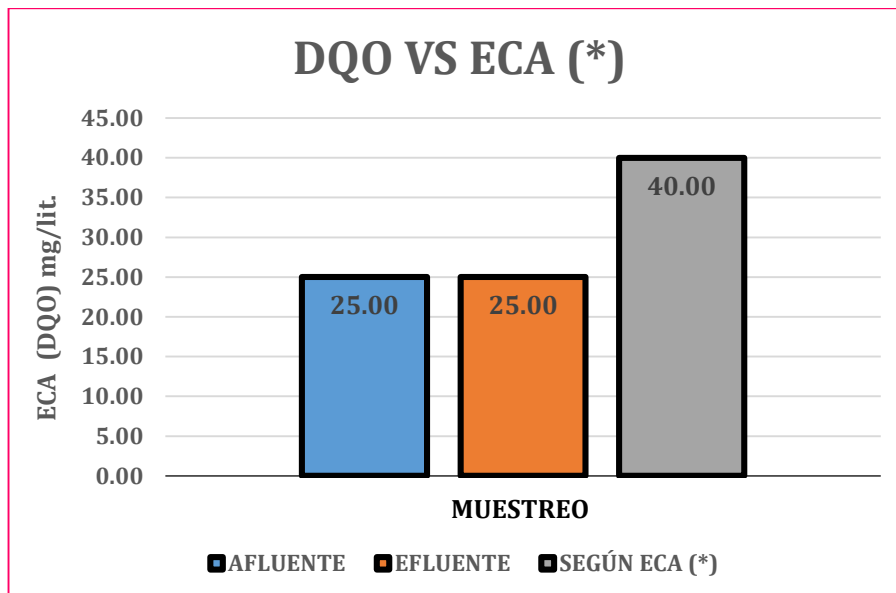


Figura 40. DQO VS ECA. (*) ECA – Categoría 3: Riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto.

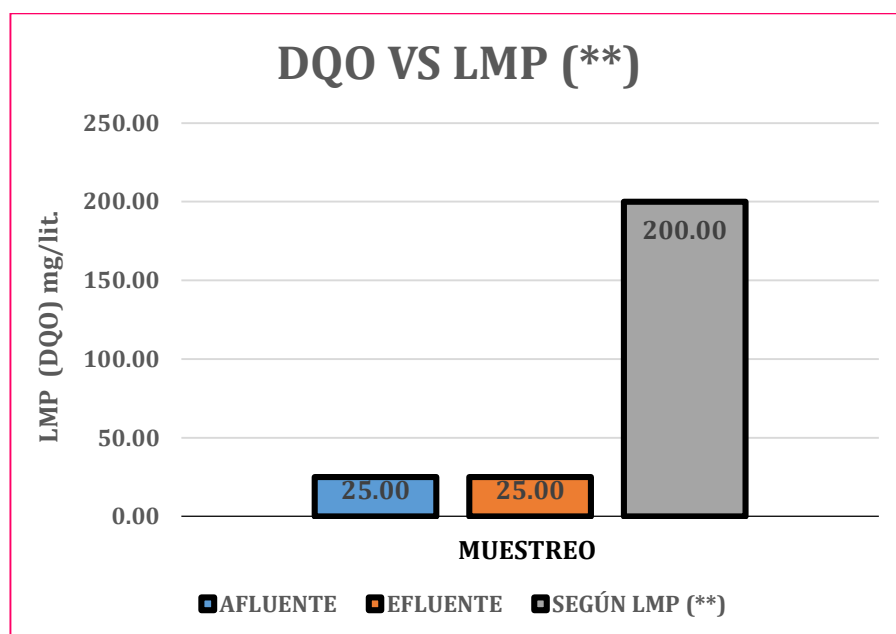


Figura 41. DQO VS LMP. (**) Límites Máximos permisibles para efluentes de una PTAR.

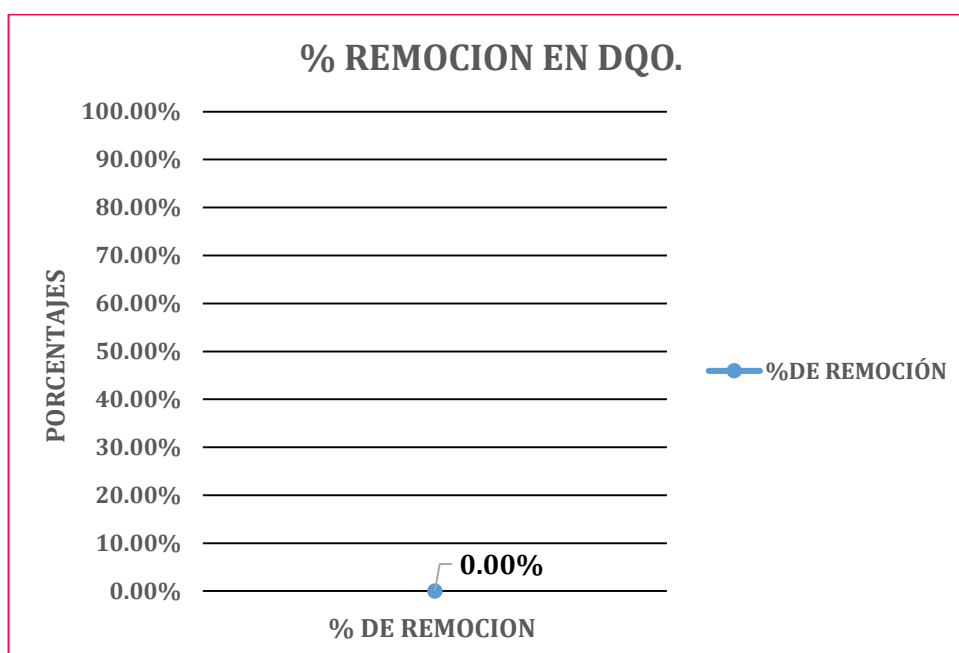
Interpretaciones:

- La grafica N° 40, nos muestra, la comparación de los resultados iniciales y finales (afluente y efluente), además de la normativa ECA- Categoría 3,

determinando así el grado de aceptabilidad. En cuanto al parámetro de DQO, podemos observar, que al inicio (afluente), este salió con un valor de 25 mg/lit. y después del tratamiento (empleando el Eichhornia Crassipes), el efluente obtuvo un valor de 25 mg/lit. entonces, para este parámetro no hubo ninguna disminución, ahora, si comparamos estos valores con las ECA, la cual da un valor de 40 mg/lit. para que sea apta para el riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto, entonces los valores obtenidos al inicio y al final de tratamiento, están dentro del rango establecido.

- La grafica N° 41, nos muestra, la comparación de los resultados iniciales y finales (afluente y efluente), además de la normativa de los LMP, determinando así el grado de aceptabilidad. En cuanto al parámetro de DQO, podemos observar, que al inicio (afluente), este salió con un valor de 25 mg/lit. y después del tratamiento (empleando el Eichhornia Crassipes), el efluente obtuvo un valor de 25 mg/lit. entonces, para este parámetro no hubo ninguna disminución, ahora, si comparamos con los LMP, el cual da un valor de 200 mg/lit. para que sea apta para el vertimiento a cualquier cuerpo receptor, entonces el valor obtenido al inicio y al final de tratamiento, está dentro de los límites.

Figura 42. Porcentaje de remoción de la DQO: Laguna Mansión.



Interpretación: Este valor de remoción, salió 0.00 %, debido a que no hubo ninguna reducción en cuanto a la cantidad de la DQO.

Tabla 37: Resumen del Cálculo de DQO, según ECA.

DQO VS ECA (*)

MUESTREO	
AFLUENTE	25.00 mg/L DQO
EFLUENTE	25.00 mg/L DQO
SEGÚN ECA (*)	40.00 mg/L DQO

Fuente: Elaboración Propia.

(*) ECA – Categoría 3: riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto.

Tabla 38: Resumen del Cálculo de DQO, según LMP.

DQO VS LMP ()**

MUESTREO	
AFLUENTE	25.00 mg/L DQO
EFLUENTE	25.00 mg/L DQO
SEGÚN LMP (**)	200.00 mg/L DQO

Fuente: Elaboración Propia.

(**) LMP para efluentes de plantas de tratamiento de AA.RR.

Tabla 39: Resumen del porcentaje de remoción de DQO.

% REMOCION: DQO

MUESTREO	
AFLUENTE	25.00 mg/L DQO
EFLUENTE	25.00 mg/L DQO
%DE REMOCIÓN	0.00%

Fuente: Elaboración Propia.

Comentario: las tablas nos muestran, el valor del análisis del parámetro de DQO, tanto al inicio, como al final de la investigación, además de, los valores establecidos para este parámetro: las ECAs (Categoría 3) y LMP (para efluentes de una PTAR). El cuadro de resumen de remoción, contiene el valor del porcentaje de remoción, siendo este valor para la DBO de 0.00 % (no hubo reducción ni aumento del parámetro).

xv. OXIGENO DISUELTO.

Se obtuvieron los siguientes resultados, tal y como muestra la Figura N° 43.

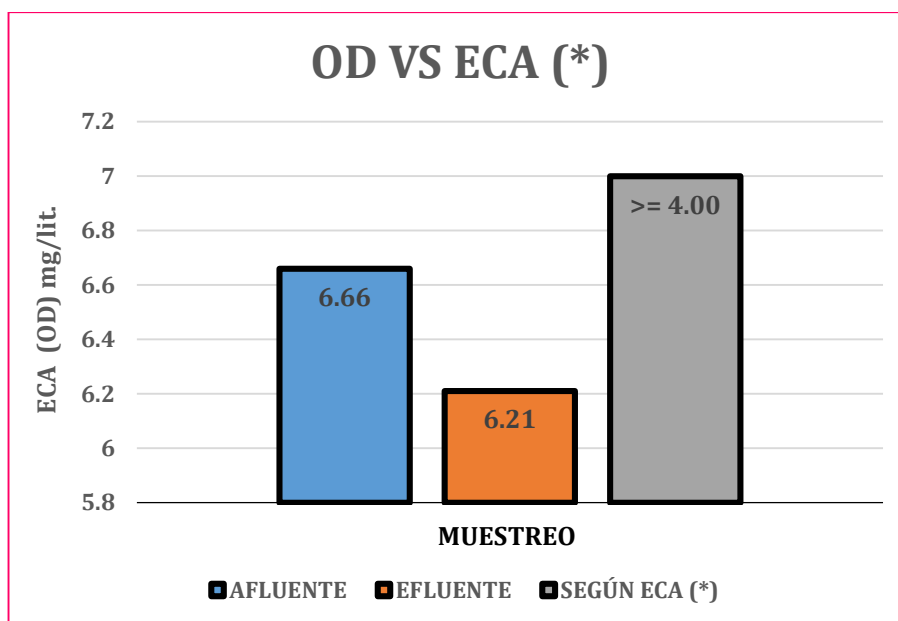
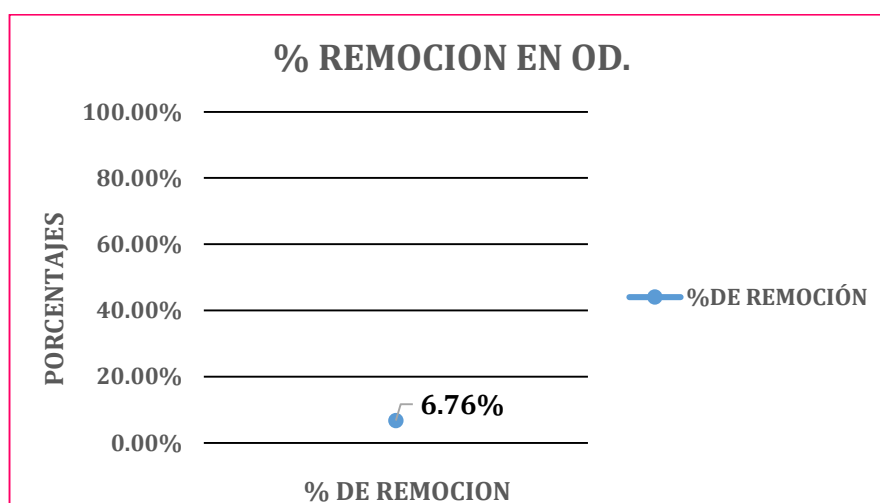


Figura 43. OD VS ECA. (*) ECA – Categoría 3: Riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto.

Interpretación: La gráfica, nos muestra, la comparación de los resultados iniciales y finales (afluente y efluente), además de la normativa ECA- Categoría 3, determinando así el grado de aceptabilidad. En cuanto al parámetro de Oxígeno disuelto, podemos observar, que al inicio (afluente), este salió con un valor de 6.66 mg/lit. Y después del tratamiento (empleando el *Eichhornia Crassipes*), el efluente obtuvo un valor de 6.21 mg/lit. Entonces, para este parámetro hubo disminución; ahora, si comparamos estos valores con las ECA, la cual da un valor de ≥ 4.00 mg/lit. Para que sea apta para el riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto, entonces los valores obtenidos al inicio y al final de tratamiento, están dentro del rango establecido.

Figura 44. Porcentaje de remoción del OD: Laguna Mansión.

Interpretación: Este valor de remoción, salió 6.76 %, debido a que, hubo degradación de la materia orgánica (contaminantes). Comparando los valores de los análisis de las muestras, al inicio y al final del proyecto, este parámetro de Oxígeno Disuelto, disminuyó en su concentración, al final del proyecto (después del tratamiento).

Tabla 40: Resumen del Cálculo de OD, según ECA.

OD VS ECA (*)	
MUESTREO	
AFLUENTE	6.66 mg/L
EFLUENTE	6.21 mg/L
SEGÚN ECA (*)	≥ 4 mg/L

Fuente: Elaboración Propia.

(*) ECA – Categoría 3: riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto.

Tabla 41: Resumen del porcentaje de remoción de OD.

% REMOCION: OXIGENO DISUELTO	
MUESTREO	
AFLUENTE	6.66 mg/L
EFLUENTE	6.21 mg/L
%DE REMOCIÓN	6.76%

Fuente: Elaboración Propia.

Comentario: las tablas nos muestran, el valor del análisis del parámetro de Oxígeno disuelto, tanto al inicio, como al final de la investigación, además de, los valores

establecidos para este parámetro según los LMP (para efluentes de una PTAR). El cuadro de resumen de remoción, contiene el valor del porcentaje de remoción, siendo este valor para el oxígeno disuelto de 6.76 %.

xvi. NITROGENO AMONIACAL.

Se obtuvieron los siguientes resultados, tal y como muestra la Figura N° 45.

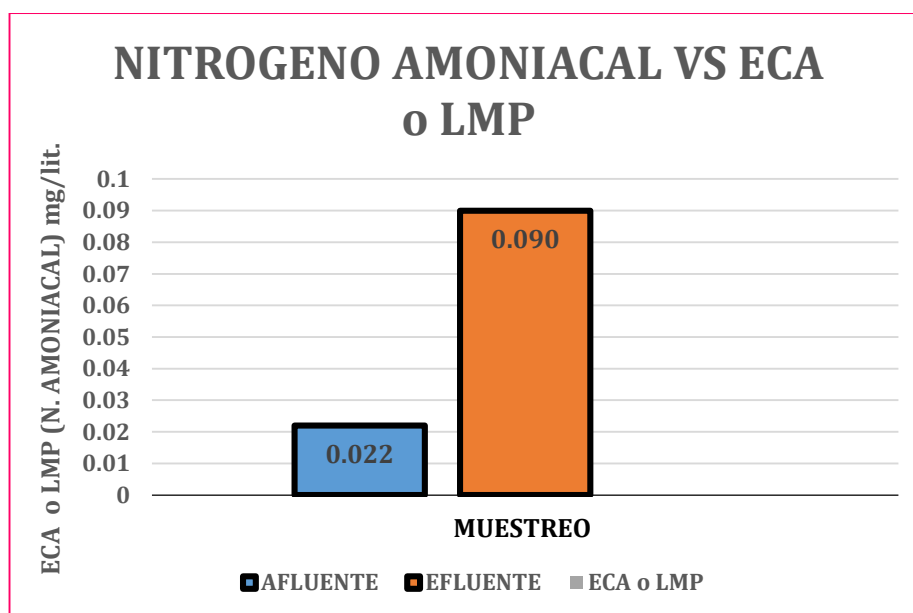
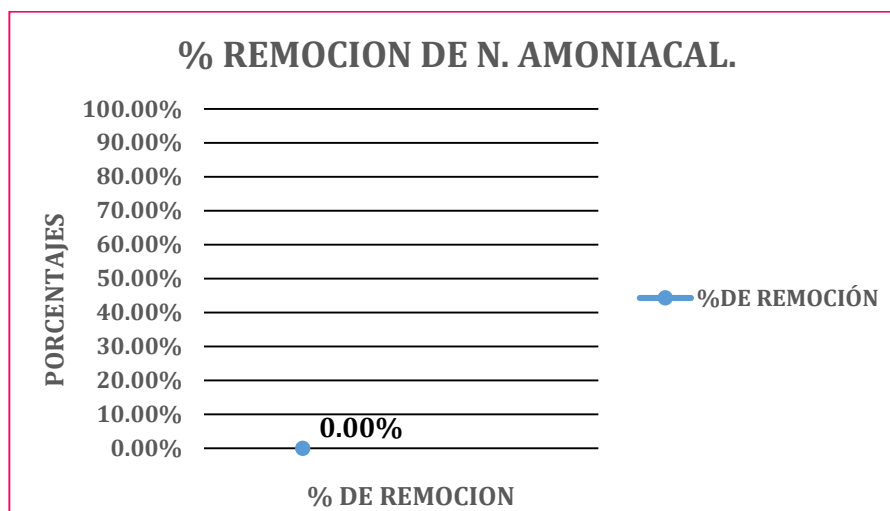


Figura 45. NITROGENO AMONIACAL VS ECA o LMP.

Interpretación: La grafica nos muestra, la comparación de los resultados iniciales y finales (afluente y efluente). En este parámetro, no se hizo la comparación respectiva, debido a que dentro de la normativa de las ECAS – Categoría 3 y sub categorías: para el riego de vegetales y bebida de animales, no existe el parámetro del Nitrógeno amoniacal, al igual que en los LMP. En cuanto al parámetro de nitrógeno amoniacal, podemos observar, que al inicio (afluente), este salió con un valor de 0.022 mg/lit. y después del tratamiento (empleando el Eichhornia Crassipes), el efluente obtuvo un valor de 0.090 mg/lit. Entonces, en este parámetro, hubo un aumento en la cantidad del parámetro.

Figura 46. Porcentaje de remoción de Nitrógeno amoniacal: Laguna Mansión.

Interpretación: Este valor de remoción, salió 0.00 %, debido a que, comparando los valores de los análisis de las muestras, al inicio y al final del proyecto, este parámetro de Nitrógeno Amoniacal, aumento en su concentración.

Tabla 42: Resumen del Cálculo de Nitrógeno Amoniacal, según ECA o LMP.

N-AMONICAL VS ECA o LMP

MUESTREO	
AFLUENTE	0.022 mg/L
EFLUENTE	0.090 mg/L
ECA o LMP	...

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 43: Resumen del porcentaje de remoción del Nitrógeno Amoniacal.

% REMOCION: NITROGENO AMONICAL

MUESTREO	
AFLUENTE	0.022 mg/L
EFLUENTE	0.090 mg/L
%DE REMOCIÓN	0.00%

Fuente: Elaboración Propia.

Comentario: las tablas nos muestran, el valor del análisis del nitrógeno amoniacal, tanto al inicio, como al final de la investigación. En cuanto al valor establecido para este parámetro por las ECAS Y LMP, no existe. El cuadro de resumen de remoción, contiene el valor del porcentaje de remoción, siendo este valor para el Nitrógeno

Amoniacal de 0.00 %, ya que dicho parámetro en vez de disminuir aumento en su cantidad.

xvii. NITRATOS.

Se obtuvieron los siguientes resultados, tal y como muestra la Figura N° 47.

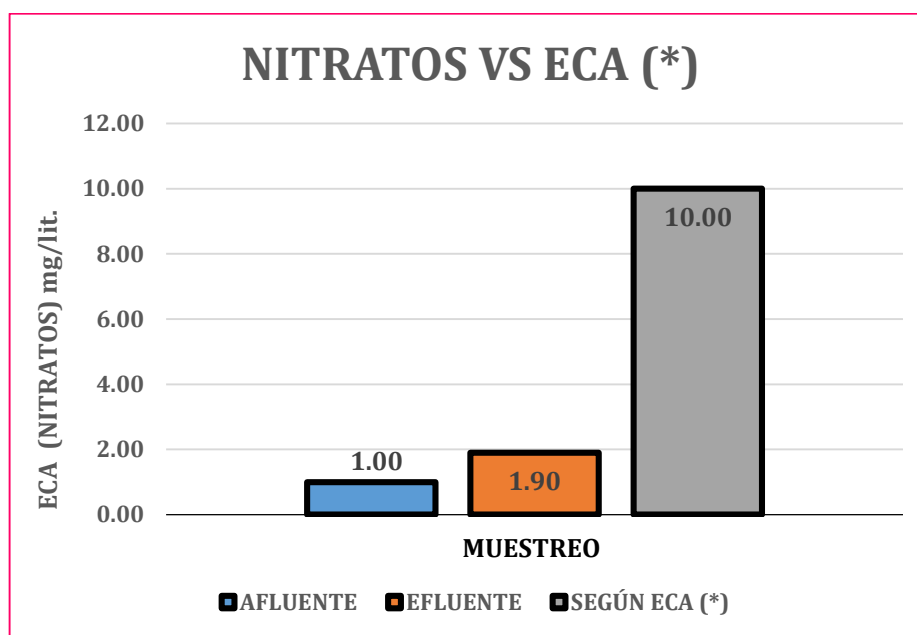
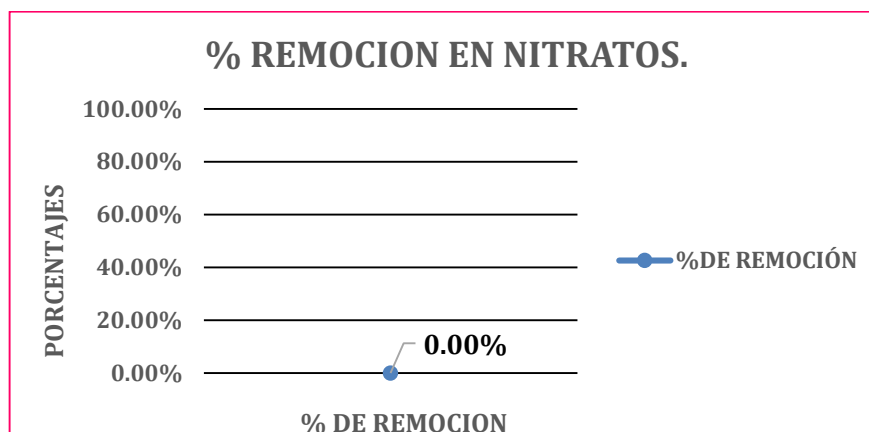


Figura 47. NITRATOS VS ECA. (*) ECA – Categoría 3: Riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto.

Interpretación: La gráfica, nos muestra, la comparación de los resultados iniciales y finales (afluente y efluente), además de la normativa ECA- Categoría 3, determinando así el grado de aceptabilidad. En cuanto al parámetro de Nitratos, podemos observar, que al inicio (afluente), este salió con un valor de 1.00 mg/lit. Y después del tratamiento (empleando el *Eichhornia Crassipes*), el efluente obtuvo un valor de 1.90 mg/lit. Entonces, para este parámetro no hubo disminución, más bien hubo un incremento en la concentración, ahora, si comparamos estos valores con las ECA, la cual da un valor de 10 mg/lit. Para que sea apta para el riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto, entonces los valores obtenidos al inicio y al final de tratamiento, están dentro del rango establecido.

Figura 48. Porcentaje de remoción de Nitratos. Laguna Mansión.

Interpretación: Este valor de remoción, salió 0.00 %, debido a que no hubo ninguna reducción en la cantidad de su concentración. Comparando los valores de los análisis de las muestras, al inicio y al final del proyecto, este parámetro de Nitratos, aumento en su concentración.

Tabla 44: Resumen del Cálculo de Nitratos, según ECA.**NITRATOS VS ECA (*)**

MUESTREO	
AFLUENTE	1.00 mg/L
EFLUENTE	1.90 mg/L
SEGÚN ECA (*)	10.00 mg/L

Fuente: Elaboración Propia.

(*) ECA – Categoría 3: riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto.

Tabla 45: Resumen del porcentaje de remoción de Nitratos.**% REMOCION: NITRATOS**

MUESTREO	
AFLUENTE	1.00 mg/L
EFLUENTE	1.90 mg/L
%DE REMOCIÓN	0.00%

Fuente: Elaboración Propia.

Comentario: las tablas nos muestran, el valor del análisis del nitrato, tanto al inicio, como al final de la investigación, además de, los valores establecidos para este parámetro: las ECAs (Categoría 3). El cuadro de resumen de remoción, contiene el

valor del porcentaje de remoción, siendo este valor para los Nitratos, de 0.00 %, ya que dicho parámetro en vez de disminuir aumento en su valor.

xviii. COLIFORMES TOTALES.

Se obtuvieron los siguientes resultados, tal y como muestra la Figura N° 49 y Figura N° 50.

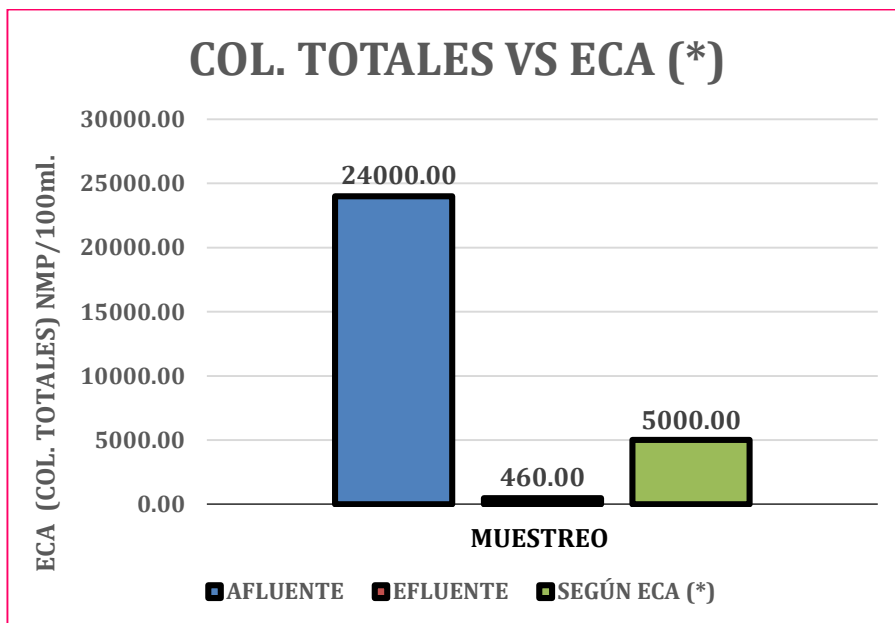


Figura 49. Coliformes totales VS ECA. (*) ECA – Categoría 3: Riego de vegetales de tallo bajo.

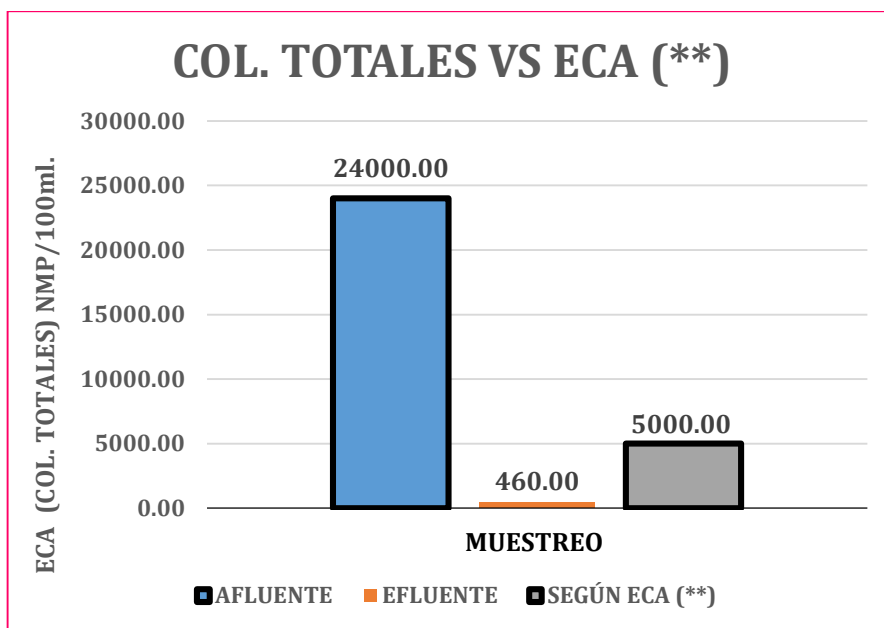
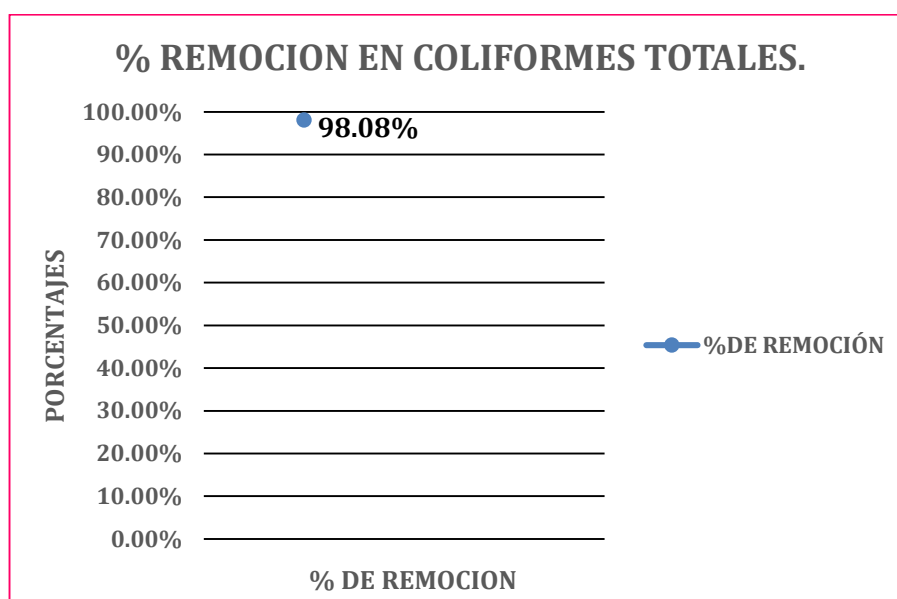


Figura 50. Coliformes totales VS ECA. (**) ECA – Categoría 3: Riego de vegetales de tallo alto.

Interpretaciones:

- La grafica N° 49, nos muestra, la comparación de los resultados iniciales y finales (afluente y efluente), además de la normativa ECA- Categoría 3: Riego de vegetales de tallo bajo, determinando así el grado de aceptabilidad. En cuanto al parámetro de Coliformes totales, podemos observar, que al inicio (afluente), este salió con un valor de 24000.00 NMP/100 ml. y después del tratamiento (empleando el Eichhornia Crassipes), el efluente obtuvo un valor de 460.00 NMP/100 ml. entonces, para este parámetro hubo una disminución, es más si comparamos con las ECA, el cual da un valor de 5000.00 NMP/100 ml. En este parámetro, para que sea apta para el riego de vegetales de tallo bajo, entonces el valor obtenido al final del tratamiento, está dentro de los límites establecidos.
- La grafica N° 50, nos muestra, la comparación de los resultados iniciales y finales (afluente y efluente), además de la normativa ECA- Categoría 3: Riego de vegetales de tallo alto, determinando así el grado de aceptabilidad. En cuanto al parámetro de Coliformes totales, podemos observar, que al inicio (afluente), este salió con un valor de 24000.00 NMP/100 ml. y después del tratamiento (empleando el Eichhornia Crassipes), el efluente obtuvo un valor de 460.00 NMP/100 ml. entonces, para este parámetro hubo una disminución, es más si comparamos con las ECA, el cual da un valor de 5000.00 NMP/100 ml. En este parámetro, para que sea apta para el riego de vegetales de tallo alto, entonces el valor obtenido al final del tratamiento, está dentro de los límites establecidos.

Figura 51. Porcentaje de remoción de Coliformes Totales: Laguna Mansión.

Interpretación: Este valor de remoción, salió 98.08 %, debido a que, hubo degradación de la materia orgánica (contaminantes). Comparando los valores de los análisis de las muestras, al inicio y al final del proyecto, este parámetro de Coliformes Totales, disminuyó en su concentración, al final del proyecto (después del tratamiento).

Tabla 46: Resumen del Cálculo de Coliformes Totales, según ECA (*).**COLIFORMES TOTALES VS ECA (*)**

MUESTREO	
AFLUENTE	24000.00 NMP/100ml
EFLUENTE	460.00 NMP/100ml
SEGÚN ECA (*)	5000.00 NMP/100ml

Fuente: Elaboración Propia.

(*) ECA – Categoría 3: riego de vegetales de tallo bajo.

Tabla 47: Resumen del Cálculo de Coliformes Totales, según ECA ().****COLIFORMES TOTALES VS ECA (**)**

MUESTREO	
AFLUENTE	24000.00 NMP/100ml
EFLUENTE	460.00 NMP/100ml
SEGÚN ECA (**)	5000.00 NMP/100ml

Fuente: Elaboración Propia.

(**) ECA – Categoría 3: riego de vegetales de tallo alto.

Tabla 48: Resumen del porcentaje de remoción de Coliformes Totales.

% REMOCION: COLIFORMES TOTALES	
MUESTREO	
AFLUENTE	24000.00 NMP/100ml
EFLUENTE	460.00 NMP/100ml
%DE REMOCIÓN	98.08%

Fuente: Elaboración Propia.

Comentario: las tablas nos muestran, el valor del análisis del parámetro de Coliformes Totales, tanto al inicio, como al final de la investigación, además de, los valores establecidos para este parámetro de las ECAs - Categoría 3: (*) Riego de vegetales de tallo bajo y (**) Riego de vegetales de tallo alto. El cuadro de resumen de remoción, contiene el valor del porcentaje de remoción, siendo este valor para los Coliformes totales de 98.08 %.

xix. COLIFORMES FECALES O TERMOTOLERANTES.

Se obtuvieron los siguientes resultados, tal y como muestra la Figura N° 52, N° 53 y Figura N° 54.

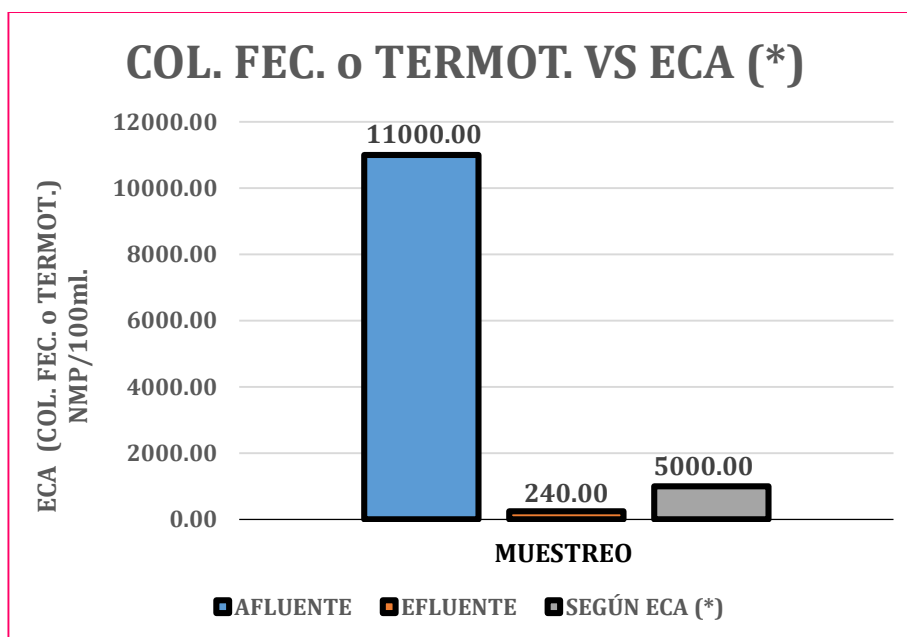


Figura 52. Coliformes fecales o Termotolerantes VS ECA. (*) ECA – Categoría 3: Riego de vegetales de tallo bajo.

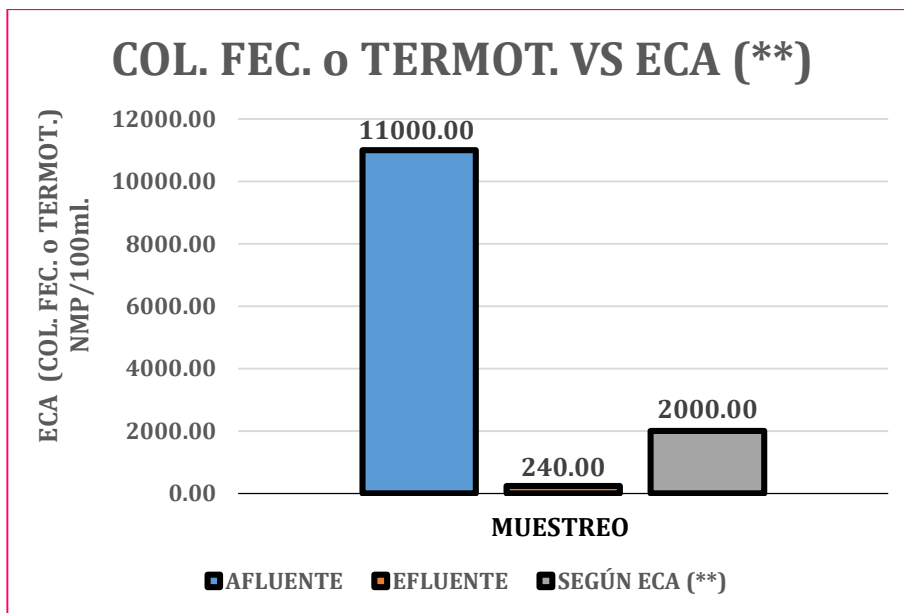


Figura 53. Coliformes fecales o Termotolerantes VS ECA. (**). ECA – Categoría 3: Riego de vegetales de tallo alto.

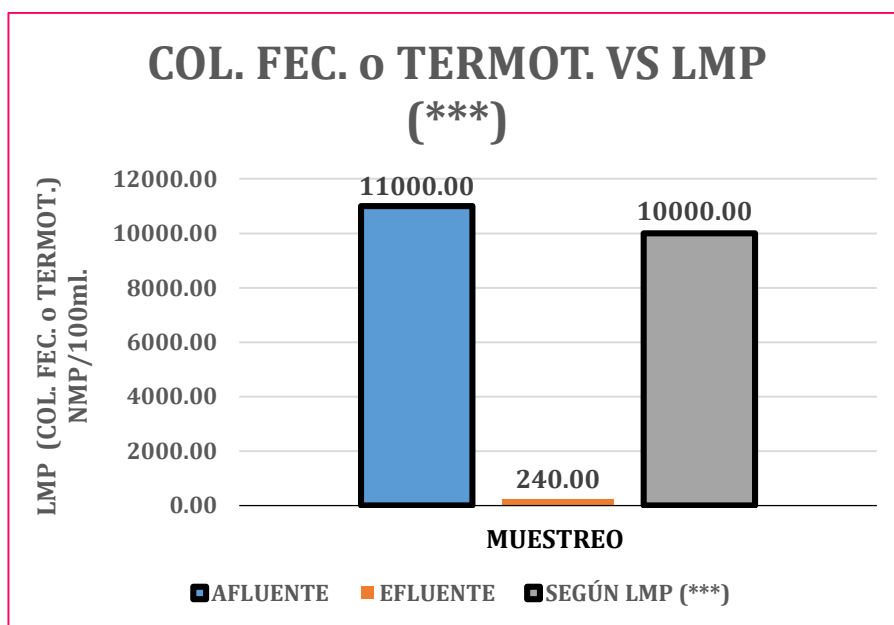


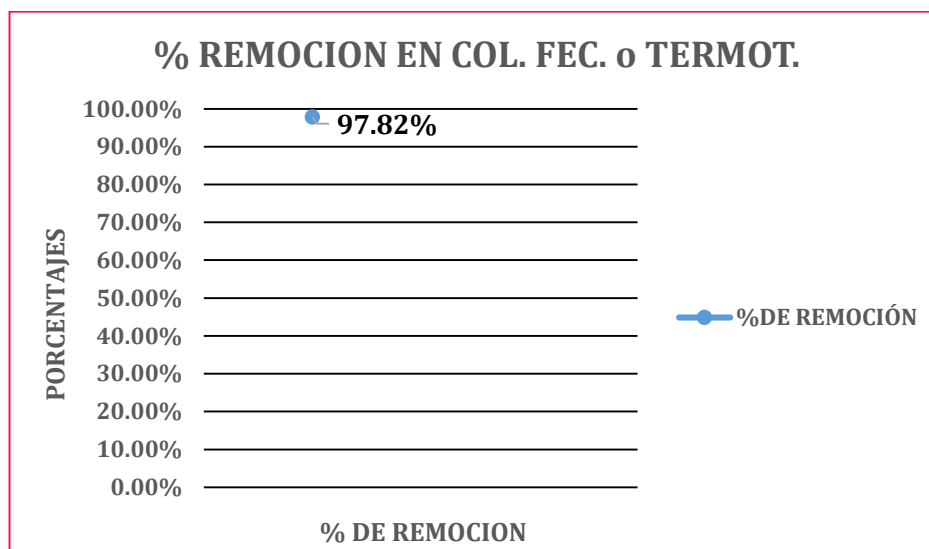
Figura 54. Coliformes fecales o Termotolerantes VS LMP. (***) Límites Máximos permisibles para efluentes de una PTAR.

Interpretaciones:

- La grafica N° 52, nos muestra, la comparación de los resultados iniciales y finales (afluente y efluente), además de la normativa ECA- Categoría 3: Riego de vegetales de tallo bajo, determinando así el grado de aceptabilidad. En cuanto al parámetro de Coliformes fecales o Termotolerantes, podemos

observar, que al inicio (afluente), este salió con un valor de 11000.00 NMP/100 ml. y después del tratamiento (empleando el *Eichhornia Crassipes*), el efluente obtuvo un valor de 240.00 NMP/100 ml. entonces, para este parámetro hubo una disminución, es más si comparamos con las ECA, el cual da un valor de 5000.00 NMP/100 ml. En este parámetro, para que sea apta para el riego de vegetales de tallo bajo, entonces el valor obtenido al final del tratamiento, está dentro de los límites establecidos.

- La grafica N° 53, nos muestra, la comparación de los resultados iniciales y finales (afluente y efluente), además de la normativa ECA- Categoría 3: Riego de vegetales de tallo alto, determinando así el grado de aceptabilidad. En cuanto al parámetro de Coliformes fecales o Termotolerantes, podemos observar, que al inicio (afluente), este salió con un valor de 11000.00 NMP/100 ml. y después del tratamiento (empleando el *Eichhornia Crassipes*), el efluente obtuvo un valor de 240.00 NMP/100 ml. entonces, para este parámetro hubo una disminución, es más si comparamos con las ECA, el cual da un valor de 2000.00 NMP/100 ml. En este parámetro, para que sea apta para el riego de vegetales de tallo alto, entonces el valor obtenido al final del tratamiento, está dentro de los límites establecidos.
- La grafica N° 54, nos muestra, la comparación de los resultados iniciales y finales (afluente y efluente), además de la normativa de los LMP, determinando así el grado de aceptabilidad. En cuanto al parámetro de Coliformes fecales o Termotolerantes, podemos observar, que al inicio (afluente), este salió con un valor de 11000.00 NMP/100 ml. y después del tratamiento (empleando el *Eichhornia Crassipes*), el efluente obtuvo un valor de 240.00 NMP/100 ml. entonces, para este parámetro hubo una disminución, si comparamos con los LMP, el cual da un valor de 10000.00 mg/lit. para que sea apta para el vertimiento a cualquier cuerpo receptor, entonces el valor obtenido al final del tratamiento, está dentro de los límites.

Figura 55. Porcentaje de remoción de Coliformes fecales o Termotolerantes: Laguna Mansión.

Interpretación: Este valor de remoción, salió 97.82 %, debido a que, hubo degradación de la materia orgánica (contaminantes). Comparando los valores de los análisis de las muestras, al inicio y al final del proyecto, este parámetro de Coliformes fecales o Termotolerantes, disminuyó en su concentración, al final del proyecto (después del tratamiento).

Tabla 49: Resumen del Cálculo de Coliformes fecales o Termotolerantes, según ECA (*).**COL. FECALES o TERMOTOLERANTES VS ECA (*)**

MUESTREO	
AFLUENTE	11000.00 NMP/100ml
EFLUENTE	240.00 NMP/100ml
SEGÚN ECA (*)	1000.00 NMP/100ml

Fuente: Elaboración Propia.

(*) ECA – Categoría 3: riego de vegetales de tallo bajo.

Tabla 50: Resumen del Cálculo de Coliformes fecales o Termotolerantes, según ECA ().****COL. FECALES o TERMOTOLERANTES VS ECA (**)**

MUESTREO	
AFLUENTE	11000.00 NMP/100ml
EFLUENTE	240.00 NMP/100ml
SEGÚN ECA (**)	2000.00 NMP/100ml

Fuente: Elaboración Propia.

(**) ECA – Categoría 3: riego de vegetales de tallo alto.

Tabla 51: Resumen del Cálculo de Coliformes fecales o Termotolerantes, según LMP (*)).**

COL. FECALES o TERMOTOLERANTES VS LMP (***)	
MUESTREO	
AFLUENTE	11000.00 NMP/100ml
EFLUENTE	240.00 NMP/100ml
SEGÚN LMP (***)	10000.00 NMP/100ml

Fuente: Elaboración Propia.

(*) LMP para efluentes de plantas de tratamiento de AA.RR.

Tabla 52: Resumen del porcentaje de remoción de Coliformes fecales o Termotolerantes.

% REMOCION: COLIFORMES FECALES	
MUESTREO	
AFLUENTE	11000.00 NMP/100ml
EFLUENTE	240.00 NMP/100ml
%DE REMOCIÓN	97.82%

Fuente: Elaboración Propia.

Comentario: las tablas nos muestran, el valor del análisis del parámetro de Coliformes fecales o Termotolerantes, tanto al inicio, como al final de la investigación, además de, los valores establecidos para este parámetro de las ECAs - Categoría 3: (*) Riego de vegetales de tallo bajo y (**) Riego de vegetales de tallo alto, como también los LMP. El cuadro de resumen de remoción, contiene el valor del porcentaje de remoción, siendo este valor para los Coliformes fecales o Termotolerantes de 97.82 %.

xx. HUEVOS DE HELMINTOS.

Se obtuvieron los siguientes resultados, tal y como muestra la Figura N° 55 y Figura N° 56.

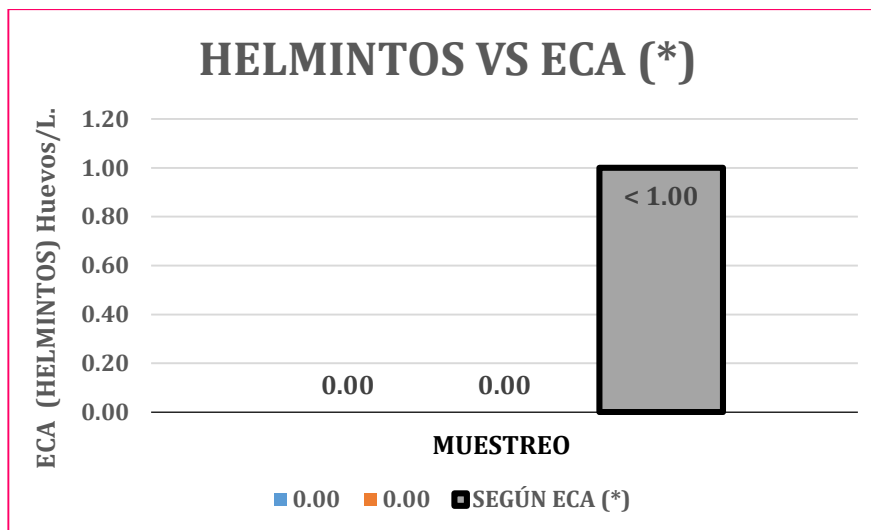


Figura 56. Helmintos VS ECA. (*) ECA – Categoría 3: Riego de vegetales de tallo bajo.

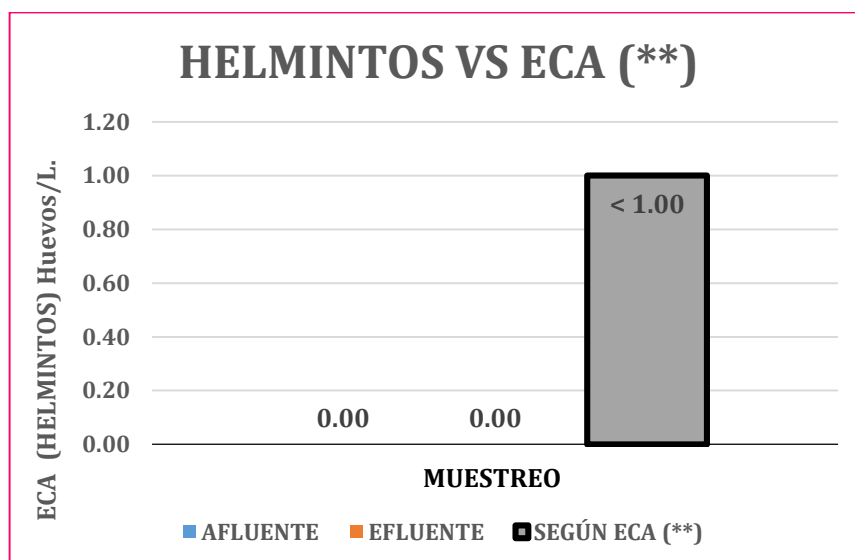


Figura 57. Helmintos VS ECA. (**) ECA – Categoría 3: Riego de vegetales de tallo alto.

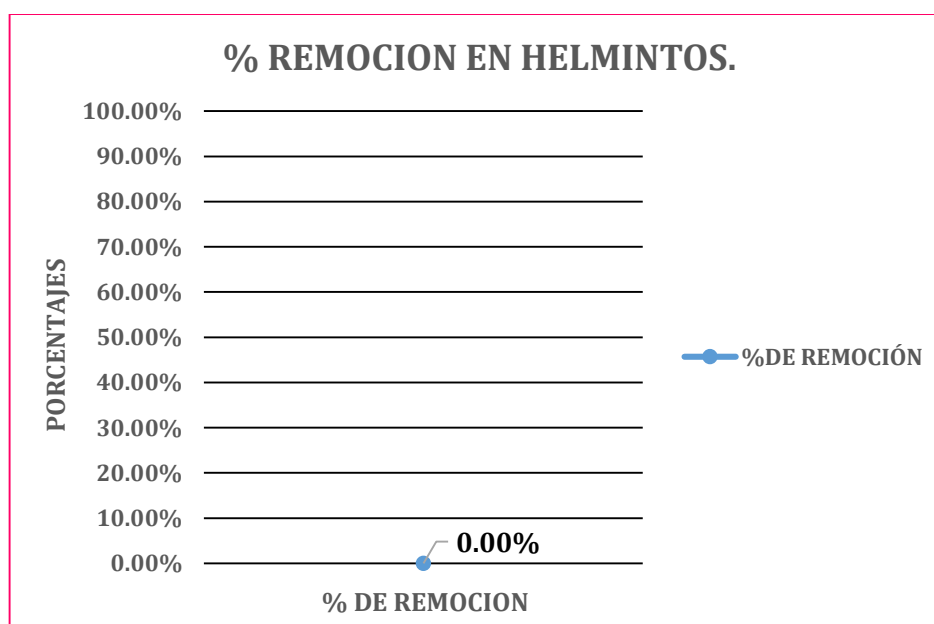
Interpretaciones:

- La grafica N° 55, nos muestra, la comparación de los resultados iniciales y finales (afluente y efluente), además de la normativa ECA- Categoría 3: Riego de vegetales de tallo bajo, determinando así el grado de aceptabilidad. En cuanto al parámetro de Huevos de helmintos, pudimos observar, que tanto al inicio como al final de la investigación, no hubo la presencia de huevos de helmintos (ausencia). Comparamos con las ECA, el cual da un valor de < 1.00 huevos/litro. en este parámetro para que sea apta para el riego de

vegetales de tallo bajo, entonces, los valores obtenidos en el inicio y final del tratamiento, está dentro de los límites establecidos.

- La grafica N° 56, nos muestra, la comparación de los resultados iniciales y finales (afluente y efluente), además de la normativa ECA- Categoría 3: Riego de vegetales de tallo alto, determinando así el grado de aceptabilidad. En cuanto al parámetro de Huevos de helmintos, pudimos observar, que tanto al inicio como al final de la investigación, no hubo la presencia de huevos de helmintos (ausencia). Comparamos con las ECA, el cual da un valor de < 1.00 huevos/litro. en este parámetro para que sea apta para el riego de vegetales de tallo alto, entonces, los valores obtenidos en el inicio y final del tratamiento, está dentro de los límites establecidos.

Figura 58. Porcentaje de remoción de Huevos de Helmintos: Laguna Mansión.



Interpretación: Este valor de remoción, salió 0.00 %, debido a que, desde el inicio hasta el término de la investigación, no hubo la presencia de huevos.

Tabla 53: Resumen del Cálculo de Huevos de Helmintos, según ECA (*).

HELMINTOS VS ECA (*)	
MUESTREO	
AFLUENTE	0.00 Huevos/L.
EFLUENTE	0.00 Huevos/L.

SEGÚN ECA (*)	< 1 Huevos/L.
---------------	---------------

Fuente: Elaboración Propia.

(*) ECA – Categoría 3: riego de vegetales de tallo bajo.

Tabla 54: Resumen del Cálculo de Huevos de Helmintos, según ECA ().**

HELMINTOS VS ECA (**)

MUESTREO	
AFLUENTE	0.00 Huevos/L.
EFLUENTE	0.00 Huevos/L.
SEGÚN ECA (**)	< 1 Huevos/L.

Fuente: Elaboración Propia.

(**) ECA – Categoría 3: riego de vegetales de tallo alto.

Tabla 55: Resumen del porcentaje de remoción de Huevos de Helmintos.

% REMOCION: HELMINTOS

MUESTREO	
AFLUENTE	0.00 Huevos/L.
EFLUENTE	0.00 Huevos/L.
%DE REMOCIÓN	0.00%

Fuente: Elaboración Propia.

Comentario: las tablas nos muestran, el valor del análisis del parámetro de huevos de helmintos, tanto al inicio, como al final de la investigación, además de, los valores establecidos para este parámetro de las ECAs - Categoría 3: (*) Riego de vegetales de tallo bajo y (**) Riego de vegetales de tallo alto. El cuadro de resumen de remoción, contiene el valor del porcentaje de remoción, siendo este valor para los huevos de helmintos de 0.00 %, ya que no hubo la presencia de este parámetro (ausencia).

RESUMEN DEL PORCENTAJE DE REMOCIÓN DE LOS PARÁMETROS ANALIZADOS.

A continuación, se muestra la tabla N° 56, el cual contiene, en resumen, el porcentaje de remoción de cada uno de los parámetros analizados, además de la gráfica correspondiente.

Tabla 56: Resumen del Porcentaje de Remoción de cada parámetro analizado.

% DE REMOCIÓN	
PARAMETROS	MUESTREO
ACEITES Y GRASAS	0.00 %
CONDUCTIVIDAD	-----
FOSFATO	0.00 %
PH	-----
SOL. SEDIMENTABLES	0.00 %
SOL. TOTALES	0.00 %
SOL. TOT. SUSP.	0.00 %
SOL. VOLATILES.	98.77 %
TEMPERATURA	-----
TURBIEDAD	34.24 %
ARSENICO TOTAL.	80.00 %
PLOMO TOTAL.	79.08 %
DBO	0.00 %
DQO	0.00 %
OD	6.76 %
N-AMONICAL	0.00 %
NITRATOS	0.00 %
COL. TOTALES	98.08 %
COL. FECALES	97.82 %
HUEVOS HEL.	0.00 %

Fuente: Elaboración Propia.

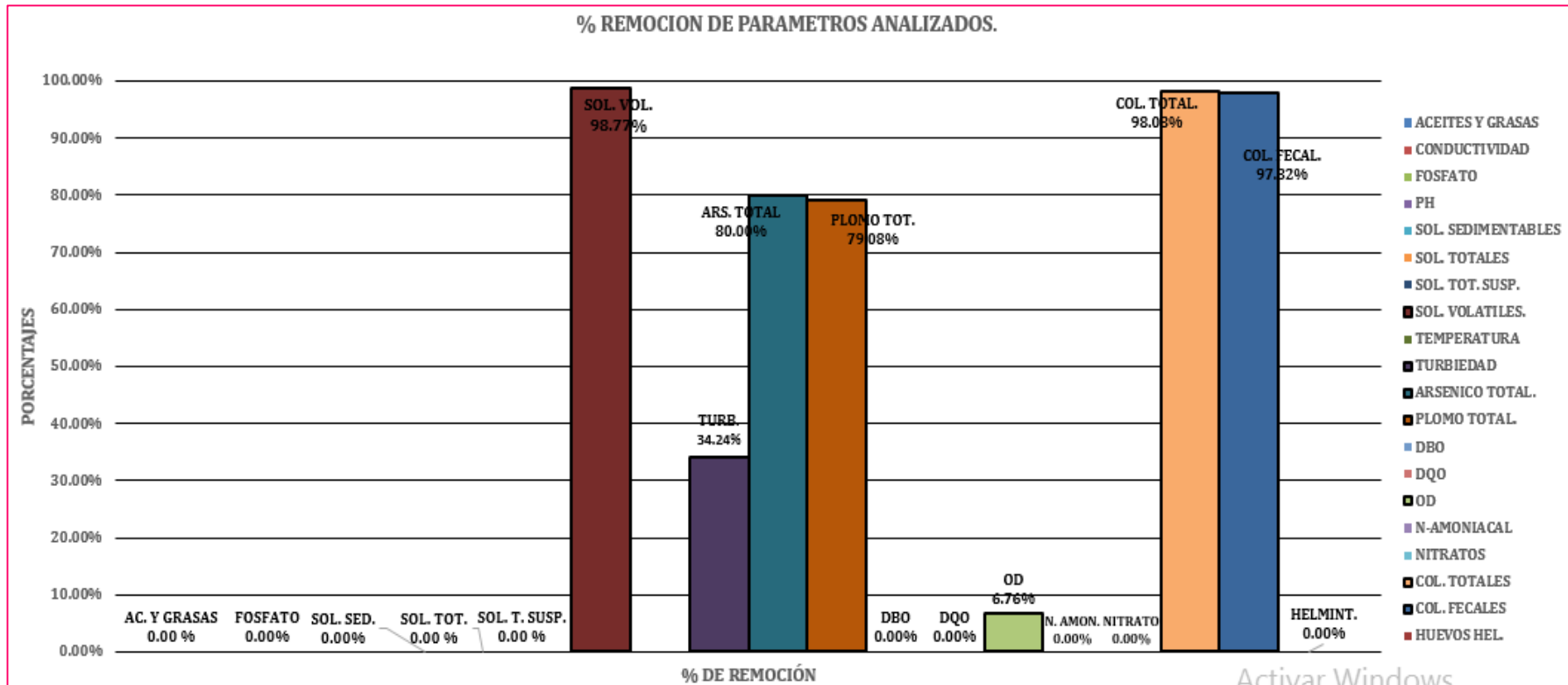


Figura 59. Resumen del Porcentaje de remoción de cada parámetro analizado.

Interpretación: La grafica nos muestra, el porcentaje remoción de cada parámetro, que se dio al final de la investigación. Como se observa, en algunos parámetros como: aceites y grasas, fosfato, etc. no hubo remoción alguna (0.00%), en otros, en vez de darse una remoción de parámetros hubo aumentos de valores: solidos totales en suspensión, DBO, etc. (incrementos) y, finalmente, se observa la remoción parámetros casi al 100%.

CAPITULO V

5.1. DISCUSION DE RESULTADOS UTILIZANDO LA EICHHORNIA CRASSIPES – JACINTO DE AGUA.

Este capítulo, propone la discusión de los resultados obtenidos, para la determinación del grado de eficiencia del Eichhornia Crassipes, analizando su comportamiento, en cada uno de los parámetros analizados.

A. ACEITES Y GRASAS.

Tabla 57: Análisis de valores obtenidos para Aceites y Grasas.

EFICIENCIA DE REMOCIÓN						
Parámetros	Momentos del tratamiento	Resultados	Disminución entre momentos	Remoción interna	No removido	Eficiencia de remoción (%)
ACEITES Y GRASAS	Antes	4	0	0	4	0.00 %
	Después	4		Sustancia Soluble	Sustancia Insoluble	

Fuente: Elaboración Propia.

Se observa que, en este parámetro, la Eichhornia Crassipes, no logro reducir el valor inicial, ya que se mantiene constante hasta el final. Se representa en un 0.00% la eficiencia del Jacinto de agua en cuanto a la remoción del parámetro aceites y grasa.

Esto, puede ser debido a que los aceites y grasas son difíciles de metabolizar, ya que están flotando. Mencionamos, que el valor final obtenido de este parámetro, sobrepasa a las ECA – Categoría 3: riego de vegetales y bebida de animales (1.00 mg/lit), caso contrario a los LMP (Efluentes de una PTAR), en el cual, el valor final, está dentro de los rangos establecidos (20 mg/lit.).

B. CONDUCTIVIDAD.

Tabla 58: Análisis de valores obtenidos para la Conductividad.

EFICIENCIA DE REMOCIÓN

Parámetros	Momentos del tratamiento	Resultados	Disminución entre momentos	Remoción interna	No removido	Eficiencia de remoción (%)
CONDUCTIVIDAD	Antes	496	0	0	558	0.00 %
	Después	558		Sales removidas	Sales no removidas	

Fuente: Elaboración Propia.

Se observa que, en este parámetro, la *Eichhornia Crassipes*, no logro reducir el valor inicial, más bien, el valor de la conductividad aumento en la etapa final de la investigación. Se representa un 0.00% de remoción de sales. En este parámetro, la eficiencia de remoción de la *Eichhornia Crassipes* es de 0.00%., esto, puede ser debido a que la muestra, en este caso el agua proveniente de la Laguna Mansión presenta sales en su composición (presencia de iones), de esta manera, aumenta su capacidad de transmitir una corriente eléctrica. Mencionamos, que el valor inicial y final obtenido de este parámetro, está dentro de los rangos establecidos por las ECAs.

C. FOSFATO.

Tabla 59: Análisis de valores obtenidos para el Fosfato.

EFICIENCIA DE REMOCIÓN						
Parámetros	Momentos del tratamiento	Resultados	Disminución entre momentos	Remoción interna	No removido	Eficiencia de remoción (%)
FOSFATO	Antes	0.5	0	0	0.5	0.00 %
	Después	0.5		Mat. Org. Biodegradable	Mat. Org. No Degradable	

Fuente: Elaboración Propia.

Se observa que, en este parámetro, la *Eichhornia Crassipes*, no logro reducir el valor inicial del fosfato, manteniéndose constante hasta el final, se representa un 0.00% de remoción de materia orgánica biodegradable. En este parámetro, la eficiencia de remoción de la *Eichhornia Crassipes* es de 0.00%., esto, puede ser debido a que la presencia de los fosfatos, impidieron el transporte del oxígeno en los tejidos de la *Eichhornia Crassipes*, dificultando de esta manera la remoción. Mencionamos, que el valor final obtenido de este parámetro, está dentro del rango establecido por las ECAs.

D. SÓLIDOS SEDIMENTABLES.

Tabla 60: Análisis de valores obtenidos para los Sólidos Sedimentables.

EFICIENCIA DE REMOCIÓN						
Parámetros	Momentos del tratamiento	Resultados	Disminución entre momentos	Remoción interna	No removido	Eficiencia de remoción (%)
Sol. Sed.	Antes	1	0	0	1.0	0.00 %
	Después	1		Material Removido	Material no Removido	

Fuente: Elaboración Propia.

Se observa que, en este parámetro, la *Eichhornia Crassipes*, no logro reducir el valor inicial, manteniéndose constante hasta el final, se representa un 0.00% de remoción de material orgánico. En este parámetro, la eficiencia de remoción de la *Eichhornia Crassipes* es de 0.00%.

E. SÓLIDOS TOTALES.

Tabla 61: Análisis de valores obtenidos para los Sólidos Totales.

EFICIENCIA DE REMOCIÓN						
Parámetros	Momentos del tratamiento	Resultados	Disminución entre momentos	Remoción interna	No removido	Eficiencia de remoción (%)
ST	Antes	371	0	0	457	0
	después	457		Material Removido	Material no Removido	

Fuente: Elaboración Propia.

Se observa que, en este parámetro, la *Eichhornia Crassipes*, no logro reducir el valor inicial, más bien, el valor de los sólidos totales aumento en la etapa final de la investigación. Se representa un 0.00% de remoción de los sólidos totales. En este parámetro, la eficiencia de remoción de la *Eichhornia Crassipes* es de 0.00%.

F. SÓLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN.

Tabla 62: Análisis de valores obtenidos para los Sólidos Totales en suspensión.

EFICIENCIA DE REMOCIÓN						
Parámetros	Momentos del tratamiento	Resultados	Disminución entre momentos	Remoción interna	No removido	Eficiencia de remoción (%)
STS	Antes	18	0	0	36	0.00 %
	después	36		Material Removido	Material no Removido	

Fuente: Elaboración Propia.

Se observa que, en este parámetro, la Eichhornia Crassipes, no logra reducir el valor inicial, más bien, el valor de los sólidos totales en suspensión aumento en la etapa final de la investigación. Se representa un 0.00% de remoción de sólidos totales en suspensión. En este parámetro, la eficiencia de remoción de la Eichhornia Crassipes es de 0.00%., esto, puede ser debido a que la Laguna Mansión está ubicada en un espacio donde hay erosión de suelos y detritus orgánico. Mencionamos, que el valor inicial y final obtenido de este parámetro, está dentro de los rangos establecidos por los Límites Máximos Permisibles.

G. SÓLIDOS VOLÁTILES.

Tabla 63: Análisis de valores obtenidos para los Sólidos Volátiles.

EFICIENCIA DE REMOCIÓN						
Parámetros	Momentos del tratamiento	Resultados	Disminución entre momentos	Remoción interna	No removido	Eficiencia de remoción (%)
SV	Antes	81	80	80	1	98.77
	Después	1		Material Removido	Material no Removido	

Fuente: Elaboración Propia.

Se observa que, en este parámetro, la Eichhornia Crassipes, logra reducir significativamente el valor inicial, se representa un 98.77 % de remoción de los sólidos volátiles. En este parámetro, la eficiencia de remoción de la Eichhornia Crassipes es de 98.77%., esto, puede ser debido a que los sólidos volátiles, son más propensos a volatilizarse, es decir a convertirse en vapor o en gas, debido a las

estaciones del clima: calor (está comprobado que la Eichhornia Crassipes capta y mantiene los rayos solares en las raíces).

H. TURBIEDAD.

Tabla 64: Análisis de valores obtenidos para la Turbiedad.

EFICIENCIA DE REMOCIÓN						
Parámetros	Momentos del tratamiento	Resultados	Disminución entre momentos	Remoción interna	No removido	Eficiencia de remoción (%)
TURB.	Antes	18.4	6.3	6.30	12.10	34.24 %
	Después	12.1		Mat. Org. Biodegradable	Mat. Org. No Degradable	

Fuente: Elaboración Propia.

Se observa que, en este parámetro, la Eichhornia Crassipes, logra reducir el valor inicial, se representa un 34.24 % de remoción de material orgánico biodegradable. En este parámetro, la eficiencia de remoción de la Eichhornia Crassipes es de 34.24 %, esto, puede ser debido a que en la muestra de agua hay materias orgánicas e inorgánicas finamente divididas, compuestos orgánicos, sedimentos y microorganismos.

I. ARSENICO TOTAL.

Tabla 65: Análisis de valores obtenidos para el Arsénico total.

EFICIENCIA DE REMOCIÓN						
Parámetros	Momentos del tratamiento	Resultados	Disminución entre momentos	Remoción interna	No removido	Eficiencia de remoción (%)
ARSENICO T	Antes	0.05	0.04	0.04	0.01	80.00
	Después	0.01		Degradable	No Degradable	

Fuente: Elaboración Propia

Se observa que, en este parámetro, la Eichhornia Crassipes, logra reducir el valor inicial, se representa un 80.00 % de remoción del arsénico total. En este parámetro, la eficiencia de remoción de la Eichhornia Crassipes es de 80.00 %, esto, puede ser debido a que en la composición del agua que entra a la Laguna Mansión, hay

residuos líquidos provenientes de alguna industria, así mismo, la presencia de peces dentro de la laguna, indica la presencia de arsénico, ya que está comprobado que los crustáceos y peces marinos tienen las concentraciones más altas de arsénico.

Mencionamos, que el valor inicial y final obtenido de este parámetro se encuentra dentro de los rangos establecidos por las ECAs.

J. PLOMO TOTAL.

Tabla 66: Análisis de valores obtenidos para el Plomo total.

EFICIENCIA DE REMOCIÓN						
Parámetros	Momentos del tratamiento	Resultados	Disminución entre momentos	Remoción interna	No removido	Eficiencia de remoción (%)
PLOMO TOTAL	Antes	0.153	0.121	0.121	0.032	79.08 %
	después	0.032		Degradable	No Degradable	

Fuente: Elaboración Propia.

Se observa que, en este parámetro, la Eichhornia Crassipes, logro reducir el valor inicial, se representa un 79.08 % de remoción del plomo total. En este parámetro, la eficiencia de remoción de la Eichhornia Crassipes es de 79.08 %, esto, puede ser debido a que en la composición del agua que entra a la Laguna Mansión, hay residuos líquidos provenientes de alguna industria.

Mencionamos, que el valor final obtenido de este parámetro se encuentra dentro de los rangos establecidos por las ECA.

K. DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO.

Tabla 67: Análisis de valores obtenidos para la DBO.

EFICIENCIA DE REMOCIÓN						
Parámetros	Momentos del tratamiento	Resultados	Disminución entre momentos	Remoción interna	No removido	Eficiencia de remoción (%)
DBO	Antes	3	0	0.00	4.0	0.00 %
	después	4		Mat. Org. Biodegradable	Mat. Org. No Degradable	

Fuente: Elaboración Propia.

Se observa que, en este parámetro, la *Eichhornia Crassipes*, no logro reducir el valor inicial, más bien, el valor de la Demanda Bioquímica de Oxígeno aumento en la etapa final de la investigación. Se representa un 0.00% de remoción del material orgánico biodegradable. En este parámetro, la eficiencia de remoción de la *Eichhornia Crassipes* es de 0.00%., esto, puede ser debido a que no hubo mucha degradación de la materia orgánica por parte de los microorganismos. Mencionamos, que el valor inicial y final obtenido de este parámetro se encuentra dentro de los rangos establecidos por la ECA y LMP.

L. DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO.

Tabla 68: Análisis de valores obtenidos para la DQO.

EFICIENCIA DE REMOCIÓN						
Parámetros	Momentos del tratamiento	Resultados	Disminución entre momentos	Remoción interna	No removido	Eficiencia de remoción (%)
DQO	Antes	25	0	0.00	25.0	0.00 %
	después	25		Mat. Org. Químicamente oxidado o degradado	No degradable químicamente	

Fuente: Elaboración Propia.

Se observa que, en este parámetro, la *Eichhornia Crassipes*, no logro reducir el valor inicial, manteniéndose constante hasta el final, se representa un 0.00% de remoción del material químicamente oxidado o degradado. En este parámetro (DQO), la eficiencia de remoción de la *Eichhornia Crassipes* es de 0.00%., esto, puede ser debido a que, en la composición de las aguas provenientes de la Laguna Mansión, hay mucha más concentración de material que no es degradable químicamente. Mencionamos, que el valor inicial y final obtenido de este parámetro se encuentra dentro de los rangos establecidos por las ECAs y LMP.

M. OXIGENO DISUELTO.

Tabla 69: Análisis de valores obtenidos para el OD.

EFICIENCIA DE REMOCIÓN						
Parámetros	Momentos del tratamiento	Resultados	Disminución entre momentos	Remoción interna	No removido	Eficiencia de remoción (%)

OD	Antes	6.66	0.45	0.45	6.2	6.76
	después	6.21		Consumido	No Consumido	

Fuente: Elaboración Propia.

Se observa que, en este parámetro, la Eichhornia Crassipes, logro reducir el valor inicial, se representa un 6.76 % de consumo del oxígeno disuelto. El oxígeno disuelto es considerado como un indicador de la calidad del agua, si la fuente de agua está contaminada contiene microorganismos, bacterias, materia orgánica y malos olores. Si la cantidad de oxígeno disuelto disminuye, significa que el agua es de mala calidad, para nuestro caso, hubo una reducción del oxígeno disuelto en la etapa final de nuestra investigación, pero nuestro valor obtenido está dentro del rango establecido por la ECAs, considerándose aceptable.

N. NITROGENO AMONIAL.

Tabla 70: Análisis de valores obtenidos para el Nitrógeno Amoniacal.

EFICIENCIA DE REMOCIÓN						
Parámetros	Momentos del tratamiento	Resultados	Disminución entre momentos	Remoción interna	No removido	Eficiencia de remoción (%)
N-AMONIAL	Antes	0.022	0	0.00	0.09	0.00 %
	después	0.09		Nitrógeno Oxidado	Nitrógeno no Oxidado	

Fuente: Elaboración Propia

Se observa que, en este parámetro, la Eichhornia Crassipes, no logro reducir el valor inicial, más bien, el valor del Nitrógeno Amoniacal aumento en la etapa final de la investigación. Se representa un 0.00% de remoción del nitrógeno amoniacal. En este parámetro, la eficiencia de remoción de la Eichhornia Crassipes es de 0.00%., esto, puede ser debido a que hubo mucha descomposición de vegetales (la Laguna Mansión está rodeada de vegetales y animales), animales y excremento, en esta etapa de descomposición, el nitrógeno se trasforma a nitrógeno amoniacal, y en nuestro caso, cuando hay gran cantidad de oxígeno disuelto, el nitrógeno amoniacal pasa a nitritos y finalmente a nitratos.

O. NITRATOS.

Tabla 71: Análisis de valores obtenidos para el Nitrato.

EFICIENCIA DE REMOCIÓN						
Parámetros	Momentos del tratamiento	Resultados	Disminución entre momentos	Remoción interna	No removido	Eficiencia de remoción (%)
NITRATOS	Antes	1	0	0.00	1.90	0.00 %
	después	1.9		Se oxidado - N a pasado a NO ₃	Nitrógeno no Oxidado	

Fuente: Elaboración Propia

Se observa que, en este parámetro, la Eichhornia Crassipes, no logro reducir el valor inicial, más bien, el valor del Nitrato aumento en la etapa final de la investigación. Se representa un 0.00% de remoción del nitrato. En este parámetro, la eficiencia de remoción de la Eichhornia Crassipes es de 0.00%., esto, puede ser debido a que la Eichhornia Crassipes por ser una planta asimila fácilmente y rápidamente los nitratos, favoreciendo de esta manera su crecimiento.

Mencionamos, que el valor inicial y final obtenido de este parámetro se encuentra dentro de los rangos establecidos por las ECAs.

P. COLIFORMES TOTALES.

Tabla 72: Análisis de valores obtenidos para los Coliformes Totales.

EFICIENCIA DE REMOCIÓN						
Parámetros	Momentos del tratamiento	Resultados	Disminución entre momentos	Remoción interna	No removido	Eficiencia de remoción (%)
COL. TOTALES	Antes	24000	23540	23540.00	460.00	98.08 %
	después	460		Carga Microbiana Inicial	Carga Microbiana Final	

Fuente: Elaboración Propia

Se observa que, en este parámetro, la Eichhornia Crassipes, logro reducir significativamente el valor inicial de los Coliformes totales, se representa un 98.08 % de remoción de la carga microbiana. En este parámetro, la eficiencia de remoción de

la *Eichhornia Crassipes* es de 98.08 %, ya que se remueve, casi en su totalidad, la carga microbiana.

Mencionamos, que el valor final obtenido de este parámetro se encuentra dentro de los rangos establecidos por las ECAs.

Q. COLIFORMES FECALES O TERMOTOLERANTES.

Tabla 73: Análisis de valores obtenidos para los Coliformes Fecales o Termotolerantes.

EFICIENCIA DE REMOCIÓN						
Parámetros	Momentos del tratamiento	Resultados	Disminución entre momentos	Remoción interna	No removido	Eficiencia de remoción (%)
COL. FECALES	Antes	11000	10760	10760.00	240.00	97.82
	después	240		Carga Microbiana Inicial	Carga Microbiana Final	

Fuente: Elaboración Propia

Se observa que, en este parámetro, la *Eichhornia Crassipes*, logro reducir significativamente el valor inicial de los Coliformes fecales o Termotolerantes, se representa un 97.82 % de remoción de la carga microbiana. En este parámetro, la eficiencia de remoción de la *Eichhornia Crassipes* es de 97.82 %, ya que se remueve, casi en su totalidad, la carga microbiana.

Mencionamos, que el valor final obtenido de este parámetro se encuentra dentro de los rangos establecidos por las ECAs y LMP.

R. HUEVOS DE HELMINTOS.

Tabla 74: Análisis de valores obtenidos para los Huevos de Helmintos.

EFICIENCIA DE REMOCIÓN						
Parámetros	Momentos del tratamiento	Resultados	Disminución entre momentos	Remoción interna	No removido	Eficiencia de remoción (%)
HELMINTOS	Antes	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	0.00 %
	después	Ausencia		Ausencia Inicial	Ausencia Final	

Fuente: Elaboración Propia

Se observa que, en este parámetro, en los resultados inicial y final, no hubo la presencia de huevos de helmintos.

5.1.1. EVALUACION Y APLICACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES TRATADAS CON LA ESPECIE EICHHORNIA CRASSIPES, EN EL RIEGO DE LAS AREAS VERDES.

Al término de la presente investigación, ya podemos decir si el agua residual de la Laguna Mansión, la cual fue tratada con la con la Especie Eichhornia Crassipes – Jacinto de agua, es apta para el riego de áreas verdes de la Universidad Peruana Unión.

A continuación, se evaluará y comparará, cada uno de los parámetros analizados en la presente investigación, con las ECAS – Categoría 3: para riego de vegetales y bebida de animales:

- Los aceites y grasas, fueron evaluados en la presente investigación. Los análisis de laboratorio arrojaron, para el primer muestreo (antes de la aplicación de la Eichhornia Crassipes) el valor 4 mg/lit de cantidad de aceites y grasa en la Laguna Mansión. Después de la aplicación de la Eichhornia Crassipes, se pudo observar que el valor obtenido al inicio del muestreo, no había disminuido (valor final: 4 mg/litro). Hicimos la comparación respectiva de este parámetro con la ECA – Categoría 3: riego de vegetales y bebida de animales y pudimos comprobar que, la concentración de aceites y grasas en la Laguna mansión **NO CUMPLE**, para el riego de áreas verdes, ya que dicho valor sobrepaso a la ECA – Categoría 3 (1 mg/litro).
- La conductividad, fue evaluada en la presente investigación. Los análisis de laboratorio arrojaron, para el primer muestreo (antes de la aplicación de la Eichhornia Crassipes) el valor 496 uS/cm de conductividad en la Laguna Mansión. Después de la aplicación de la Eichhornia Crassipes, se pudo observar que el valor obtenido al inicio del muestreo, había aumentado (valor final: 558 uS/cm). Hicimos la comparación respectiva de este parámetro con la ECA – Categoría 3: riego de vegetales y bebida de animales y pudimos comprobar que, la conductividad en la Laguna mansión **CUMPLE**, para el

riego de áreas verdes, ya que dicho valor está dentro de los rangos establecidos por la ECA – Categoría 3 (< 2000 Us/CM).

- Los fosfatos, fueron evaluados en la presente investigación. Los análisis de laboratorio arrojaron, para el primer muestreo (antes de la aplicación de la Eichhornia Crassipes) el valor < 0.5 mg/lit de cantidad de fosfatos en la Laguna Mansión. Después de la aplicación de la Eichhornia Crassipes, se pudo observar que el valor obtenido al inicio del muestreo, no había disminuido (valor final: < 0.5 mg/litro). Hicimos la comparación respectiva de este parámetro con la ECA – Categoría 3: riego de vegetales y bebida de animales y pudimos comprobar que, la concentración de fosfatos en la Laguna mansión **CUMPLE**, para el riego de áreas verdes, ya que dicho valor está dentro de los rangos establecidos por la ECA – Categoría 3 (1 mg/litro).
- El PH, fue evaluado en la presente investigación. Los análisis de laboratorio arrojaron, para el primer muestreo (antes de la aplicación de la Eichhornia Crassipes) el valor de 8.22 de PH. Después de la aplicación de la Eichhornia Crassipes, se pudo observar que el valor obtenido al inicio del muestreo, había disminuido (valor final: 7.709). Hicimos la comparación respectiva de este parámetro con la ECA – Categoría 3: riego de vegetales y bebida de animales y pudimos comprobar que, el PH en la Laguna mansión **CUMPLE**, para el riego de áreas verdes, ya que dicho valor está dentro de los rangos establecidos por la ECA – Categoría 3 (< 6.5 – 8.5>).
- Los sólidos sedimentables, fueron evaluados en la presente investigación. Los análisis de laboratorio arrojaron, para el primer muestreo (antes de la aplicación de la Eichhornia Crassipes) el valor <1 mg/lit de cantidad de solidos sedimentables en la Laguna Mansión. Después de la aplicación de la Eichhornia Crassipes, se pudo observar que el valor obtenido al inicio del muestreo, no había disminuido (valor final: <1 mg/litro). No pudimos hacer la comparación respectiva de este parámetro con la ECA – Categoría 3: riego de vegetales y bebida de animales, ya que en esta categoría (categoría 3), no está presente el rango de este parámetro (solidos sedimentables).
- Los sólidos totales, fueron evaluados en la presente investigación. Los análisis de laboratorio arrojaron, para el primer muestreo (antes de la

aplicación de la *Eichhornia Crassipes*) el valor 371 mg/lit de cantidad de sólidos totales en la Laguna Mansión. Después de la aplicación de la *Eichhornia Crassipes*, se pudo observar que el valor obtenido al inicio del muestreo, había aumentado (valor final: 457 mg/litro). No pudimos hacer la comparación respectiva de este parámetro con la ECA – Categoría 3: riego de vegetales y bebida de animales, ya que en esta categoría (categoría 3), no está presente el rango de este parámetro (sólidos totales).

- Los sólidos totales en suspensión, fueron evaluados en la presente investigación. Los análisis de laboratorio arrojaron, para el primer muestreo (antes de la aplicación de la *Eichhornia Crassipes*) el valor 18 mg/lit de cantidad de sólidos totales en suspensión en la Laguna Mansión. Después de la aplicación de la *Eichhornia Crassipes*, se pudo observar que el valor obtenido al inicio del muestreo, había aumentado (valor final: 36 mg/litro). No pudimos hacer la comparación respectiva de este parámetro con la ECA – Categoría 3: riego de vegetales y bebida de animales, ya que en esta categoría (categoría 3), no está presente el rango de este parámetro (sólidos totales en suspensión).
- Los sólidos volátiles, fueron evaluados en la presente investigación. Los análisis de laboratorio arrojaron, para el primer muestreo (antes de la aplicación de la *Eichhornia Crassipes*) el valor 81 mg/lit de cantidad de sólidos volátiles en la Laguna Mansión. Después de la aplicación de la *Eichhornia Crassipes*, se pudo observar que el valor obtenido al inicio del muestreo, había disminuido (valor final: 1 mg/litro). No pudimos hacer la comparación respectiva de este parámetro con la ECA – Categoría 3: riego de vegetales y bebida de animales, ya que en esta categoría (categoría 3), no está presente el rango de este parámetro (sólidos volátiles).
- La temperatura, fue evaluado en la presente investigación. Los análisis de laboratorio arrojaron, para el primer muestreo (antes de la aplicación de la *Eichhornia Crassipes*) el valor de 19 °C de temperatura. Después de la aplicación de la *Eichhornia Crassipes*, se pudo observar que el valor obtenido al inicio del muestreo, había disminuido (valor final: 15.06 °C). No pudimos hacer la comparación respectiva de este parámetro con la ECA – Categoría 3:

riego de vegetales y bebida de animales, ya que en esta categoría (categoría 3), no está presente el rango de este parámetro (temperatura).

- La turbiedad, fue evaluada en la presente investigación. Los análisis de laboratorio arrojaron, para el primer muestreo (antes de la aplicación de la *Eichhornia Crassipes*) el valor de 18.40 UNT de turbiedad. Después de la aplicación de la *Eichhornia Crassipes*, se pudo observar que el valor obtenido al inicio del muestreo, había disminuido (valor final: 12.10 °C). No pudimos hacer la comparación respectiva de este parámetro con la ECA – Categoría 3: riego de vegetales y bebida de animales, ya que en esta categoría (categoría 3), no está presente el rango de este parámetro (turbiedad).
- El arsénico total, fue evaluado en la presente investigación. Los análisis de laboratorio arrojaron, para el primer muestreo (antes de la aplicación de la *Eichhornia Crassipes*) el valor de <0.05 mg/lit de cantidad de arsénico total en la Laguna Mansión. Después de la aplicación de la *Eichhornia Crassipes*, se pudo observar que el valor obtenido al inicio del muestreo, había disminuido (valor final: <0.010 mg/litro). Hicimos la comparación respectiva de este parámetro con la ECA – Categoría 3: riego de vegetales y bebida de animales y pudimos comprobar que, la concentración de arsénico total en la Laguna mansión **CUMPLE**, para el riego de áreas verdes, ya que dicho valor está dentro de los rangos establecidos por la ECA – Categoría 3 (0.05 mg/litro).
- El plomo total, fue evaluado en la presente investigación. Los análisis de laboratorio arrojaron, para el primer muestreo (antes de la aplicación de la *Eichhornia Crassipes*) el valor de 0.153 mg/lit de cantidad de plomo total en la Laguna Mansión. Después de la aplicación de la *Eichhornia Crassipes*, se pudo observar que el valor obtenido al inicio del muestreo, había disminuido (valor final: 0.032 mg/litro). Hicimos la comparación respectiva de este parámetro con la ECA – Categoría 3: riego de vegetales y bebida de animales y pudimos comprobar que, la concentración de plomo total en la Laguna mansión, después del tratamiento, **CUMPLE**, para el riego de áreas verdes, ya que dicho valor está dentro de los rangos establecidos por la ECA – Categoría 3 (0.05 mg/litro).

- La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), fue evaluada en la presente investigación. Los análisis de laboratorio arrojaron, para el primer muestreo (antes de la aplicación de la Eichhornia Crassipes) el valor de 3 mg/lit de cantidad de DBO en la Laguna Mansión. Después de la aplicación de la Eichhornia Crassipes, se pudo observar que el valor obtenido al inicio del muestreo, había aumentado (valor final: 4 mg/litro). Hicimos la comparación respectiva de este parámetro con la ECA – Categoría 3: riego de vegetales y bebida de animales y pudimos comprobar que, la concentración de DBO en la Laguna mansión, antes y después del tratamiento, **CUMPLE**, para el riego de áreas verdes, ya que dicho valor está dentro de los rangos establecidos por la ECA – Categoría 3 (15 mg/litro).
- La Demanda Química de Oxígeno (DQO), fue evaluada en la presente investigación. Los análisis de laboratorio arrojaron, para el primer muestreo (antes de la aplicación de la Eichhornia Crassipes) el valor de <25 mg/lit de cantidad de DQO en la Laguna Mansión. Después de la aplicación de la Eichhornia Crassipes, se pudo observar que el valor obtenido al inicio del muestreo, no había aumentado, manteniéndose constante (valor final: <25 mg/litro). Hicimos la comparación respectiva de este parámetro con la ECA – Categoría 3: riego de vegetales y bebida de animales y pudimos comprobar que, la concentración de DQO en la Laguna mansión, antes y después del tratamiento, **CUMPLE**, para el riego de áreas verdes, ya que dicho valor está dentro de los rangos establecidos por la ECA – Categoría 3 (40 mg/litro).
- El oxígeno disuelto, fue evaluado en la presente investigación. Los análisis de laboratorio arrojaron, para el primer muestreo (antes de la aplicación de la Eichhornia Crassipes) el valor de 6.66 mg/lit de cantidad de OD en la Laguna Mansión. Después de la aplicación de la Eichhornia Crassipes, se pudo observar que el valor obtenido al inicio del muestreo, había disminuido (valor final: 6.21 mg/litro). Hicimos la comparación respectiva de este parámetro con la ECA – Categoría 3: riego de vegetales y bebida de animales y pudimos comprobar que, la concentración de OD en la Laguna mansión, antes y después del tratamiento, **CUMPLE**, para el riego de áreas verdes, ya que

dicho valor está dentro de los rangos establecidos por la ECA – Categoría 3 (≥ 4 mg/litro).

- El nitrógeno amoniacal, fue evaluado en la presente investigación. Los análisis de laboratorio arrojaron, para el primer muestreo (antes de la aplicación de la Eichhornia Crassipes) el valor de 0.022 mg/litro de nitrógeno amoniacal. Después de la aplicación de la Eichhornia Crassipes, se pudo observar que el valor obtenido al inicio del muestreo, había aumentado (valor final: 0.090 mg/litro). No pudimos hacer la comparación respectiva de este parámetro con la ECA – Categoría 3: riego de vegetales y bebida de animales, ya que en esta categoría (categoría 3), no está presente el rango de este parámetro (nitrógeno amoniacal).
- Los nitratos, fueron evaluados en la presente investigación. Los análisis de laboratorio arrojaron, para el primer muestreo (antes de la aplicación de la Eichhornia Crassipes) el valor de <1 mg/lit de cantidad de nitratos en la Laguna Mansión. Después de la aplicación de la Eichhornia Crassipes, se pudo observar que el valor obtenido al inicio del muestreo, había aumentado (valor final: 1.9 mg/litro). Hicimos la comparación respectiva de este parámetro con la ECA – Categoría 3: riego de vegetales y bebida de animales y pudimos comprobar que, la concentración de nitratos en la Laguna mansión, antes y después del tratamiento, **CUMPLE**, para el riego de áreas verdes, ya que dicho valor está dentro de los rangos establecidos por la ECA – Categoría 3 (10 mg/litro).
- Los Coliformes totales, fueron evaluados en la presente investigación. Los análisis de laboratorio arrojaron, para el primer muestreo (antes de la aplicación de la Eichhornia Crassipes) el valor de 24000 NMP/100 ml de cantidad de Coliformes totales en la Laguna Mansión. Después de la aplicación de la Eichhornia Crassipes, se pudo observar que el valor obtenido al inicio del muestreo, había disminuido (valor final: 460 NMP/100 ml). Hicimos la comparación respectiva de este parámetro con la ECA – Categoría 3: riego de vegetales de tallo bajo y riego de vegetales de tallo alto; y pudimos comprobar que, la cantidad de Coliformes totales en la Laguna mansión, después del tratamiento, **CUMPLE**, para el riego de áreas verdes,

ya que dicho valor está dentro de los rangos establecidos por la ECA – Categoría 3 (5000 NMP/100 ml).

- Los Coliformes fecales o Termotolerantes, fueron evaluados en la presente investigación. Los análisis de laboratorio arrojaron, para el primer muestreo (antes de la aplicación de la Eichhornia Crassipes) el valor de 11000 NMP/100 ml de cantidad de Coliformes fecales o Termotolerantes en la Laguna Mansión. Después de la aplicación de la Eichhornia Crassipes, se pudo observar que el valor obtenido al inicio del muestreo, había disminuido (valor final: 240 NMP/100 ml). Hicimos la comparación respectiva de este parámetro con la ECA – Categoría 3: riego de vegetales de tallo bajo y riego de vegetales de tallo alto; y pudimos comprobar que, la cantidad de Coliformes fecales o Termotolerantes en la Laguna mansión, después del tratamiento, **CUMPLE**, para el riego de áreas verdes, ya que dicho valor está dentro de los rangos establecidos por la ECA – Categoría 3 (1000 NMP/100 ml – vegetales de tallo bajo y 2000 NMP/100 ml – vegetales de tallo alto).
- Los huevos de helmintos, fueron evaluados en la presente investigación. Los análisis de laboratorio arrojaron, para el primer muestreo (antes de la aplicación de la Eichhornia Crassipes) el valor de ausencia de huevos de helmintos en la Laguna Mansión. Después de la aplicación de la Eichhornia Crassipes, se pudo observar que el valor obtenido al inicio del muestreo, no había disminuido, manteniéndose constante (valor final: ausencia de huevos de helmintos). Hicimos la comparación respectiva de este parámetro con la ECA – Categoría 3: riego de vegetales de tallo bajo y riego de vegetales de tallo alto; y pudimos comprobar que, la ausencia de huevos de helmintos en la Laguna mansión, antes y después del tratamiento, **CUMPLE**, para el riego de áreas verdes, ya que dicho valor está dentro de los rangos establecidos por la ECA – Categoría 3 (<1 huevos/litro.).

5.1.2. PLANTEAMIENTO DE UNA PROPUESTA PARA LA REDUCCION DE LOS PARAMETROS QUE NO PUDIERON SER REMOVIDOS POR LA EICHHORNIA CRASSIPES DEL AGUA RESIDUAL DE LA LAGUNA MANSION.

La Especie *Eichhornia Crassipes* – Jacinto de agua, fue muy beneficioso en la presente investigación, ya que nos ayudó en la reducción de parámetros, pudiendo de esta manera, utilizar las aguas de la laguna Mansión, en el riego de las áreas verdes; pero cabe recalcar, la importancia de plantear una alternativa de tratamiento de aguas residuales adicional, para poder reducir aquellos parámetros que no pudieron ser removidos por el Jacinto de agua.

- Para el mejoramiento de la calidad del agua residual de la Laguna Mansión, podríamos implementar un sistema de pretratamiento, ya que el agua que ingresa a la laguna, pasa únicamente por una rejilla, la cual retiene los sólidos de gran tamaño (maderas, ramas, plásticos, etc.), más no, los sólidos pequeños (arenas, entre otros). Se podría plantear, la construcción de un desarenador.
- Podríamos adicionar a la laguna (aparte de la Especie *Eichhornia Crassipes*), otras plantas acuáticas, como, por ejemplo: *Azolla filiculoides* y *Lemna Minor* (lenteja de agua), las cuales, han demostrado ser buenas depuradoras de las aguas residuales.
- Para el mejoramiento de funcionamiento de la laguna, se haría el mantenimiento más seguido de la laguna, como son las extracciones de los lodos, que han sido depositados en el fondo de la laguna, a consecuencia de la degradación de la materia orgánica.

CAPITULO VI

6.1. CONCLUSIONES.

- Se desarrolló el diagnóstico del estado actual de La Laguna Mansión, perteneciente a la Universidad Peruana Unión, descubriendo que está en un estado crítico y abandonado. A la laguna Mansión, no se le ha hecho el mantenimiento respectivo desde el año 2012. Las aguas residuales que ingresan a la laguna, solo cuentan con un pretratamiento que consta de una pequeña cámara de rejillas, la cual es limpiada semanalmente.
- Se logró realizar la caracterización del agua residual proveniente de la Laguna mansión, el antes y después del tratamiento con la especie *Eichhornia Crassipes* – Jacinto de Agua. Los parámetros caracterizados fueron: aceites y grasas (4 mg/litro), conductividad (558 Us/cm), fosfato (<5 mg/litro), PH (7.709 unidad de PH), sólidos sedimentables (<1 mg/litro), sólidos totales (457 mg/litro), sólidos totales en suspensión (36 mg/litro), sólidos volátiles (<1 mg/litro), temperatura (15.6 °C), turbiedad (12.10 UN), arsénico total (<0.010 mg/litro), plomo total (0.032 mg/litro), DBO (4 mg/litro), DQO (<25 mg/litro), OD (6.21 mg/litro), nitrógeno amoniacal (0.090 mg/litro), nitratos (1.9 mg/litro), Coliformes totales (460 NMP/100 ml), Coliformes fecales o Termotolerantes (240 NMP/100 ml) y huevos de helmintos (ausencia).
- Se hizo la comparación de los resultados obtenidos (después del tratamiento del agua residual con el Jacinto de agua) con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) – Categoría 3: riego de vegetales y bebida de animales y los Límites Máximos permisibles (LMP), demostrándose de esta manera, la eficiencia de la especie *Eichhornia Crassipes* – Jacinto de agua en el tratamiento del agua residual de la Laguna mansión. Cabe señalar que no todos los parámetros analizados cumplieron con los parámetros establecidos en la ECA. La eficiencia de la *Eichhornia Crassipes*, se demostró en los siguientes parámetros: sólidos volátiles (98.77% de remoción), turbiedad (34.24%), arsénico total (80.00 %), plomo total (79.08 %), oxígeno disuelto (6.76 %), Coliformes totales (98.08 %) y Coliformes fecales o

Termotolerantes (97.82 %). En casi todos los casos, los valores de estos parámetros están dentro del rango establecido por las ECAs – Categoría 3: riego de vegetales y bebida de animales y los LMP, entonces, cabe decir que el Agua Residual de la laguna mansión, después del tratamiento, puede ser reutilizable, empleándose en el riego de las áreas verdes de la Universidad Peruana La Unión.

- Se plantea una alternativa de tratamiento adicional, para la reducción de parámetros que no pudieron ser removidos con la *Eichhornia Crassipes*: la instalación de un pretratamiento (desarenador), la adición de otras plantas flotantes como, por ejemplo: *Azolla filiculoides* y *Lemna Minor* (lenteja de agua), las cuales, han demostrado ser buenas depuradoras de las aguas residuales y el mantenimiento y cuidado de la laguna.

6.2. RECOMENDACIONES.

- Se recomienda la implementación de un pretratamiento como: cámara de rejillas, desarenador; antes del ingreso del agua residual a la laguna mansión, para la obtención de mejores resultados.
- Se recomienda la utilización e implementación de otro sistema de tratamiento, para la reducción de los parámetros como: aceites, fosfatos, sólidos sedimentables, entre otros; los cuales no pudieron ser reducidos por la *Eichhornia Crassipes* – Jacinto de Agua.
- Se recomienda hacer un seguimiento continuo, en cuanto al crecimiento de las *Eichhornia Crassipes*, debido a que esta, es una especie que suele multiplicarse rápidamente, pudiendo originar el fenómeno de eutrofización; así mismo, esta planta acuática, produce problemas sanitarios al constituir un hábitat propicio para los mosquitos, el clásico vector de las enfermedades.
- Se deja abierto el camino de la investigación para futuras propuestas en cuanto al tratamiento de las aguas residuales provenientes de la Laguna Mansión, recomendándose, la búsqueda de un sistema de tratamiento, el cual, pueda remover todos los parámetros de contaminación, demostrando su eficiencia.

CAPITULO VII

7.1. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

- VLADIMIR NOVOLNY Y HARVEY OLEM (1994). “Prevención, identificación y gestión de contaminación difusa”.
- METCALF Y EDDY, INC (1995). “Ingeniería de aguas residuales: tratamiento, vertido y reutilización”. (Tercera Edición – Volumen I).
- GARAY ROMAN JUAN MANUEL (2014). “Biosistema para purificar aguas residuales del beneficio húmedo del café del distrito de Cocpa en la Región Cajamarca”.
- M. Cruz, N. Carbo, Javier L. L. Gonzales, G. M. Tito, K. Depaz, S. Torres, R. Núñez, J. Torres, W. Quispe (2015). “Tratamiento De Las Aguas De La Laguna “Mansión” Mediante La Especie Eichhornia crassipes, Para El Riego De Áreas Verdes En La Universidad Peruana Unión”.
- Celis, J., Junod, J., & Sandoval, M. (01 de Junio de 2005). Recientes aplicaciones de la depuración de aguas residuales con plantas acuáticas. Recuperado el 18 de abril de 2014, de Recientes aplicaciones de la depuración de aguas residuales con plantas acuáticas: <http://www.ubiobio.cl/theoria/v/v14/a2.pdf>.
- GEORGE LAINEZ (2000). “Tratamiento de Aguas Residuales”.
- CARRION MORENO MARIA JANETH (2006). “Reutilización del efluente del desamargado del chocho (*Lupinus Mutabilis Sweet*”. Ambato – Ecuador.
- GARCIA TRUJILLO ZARELA MILAGROS (2012). “Comparación y evaluación de tres plantas acuáticas para determinar la eficiencia de remoción de nutrientes en el tratamiento de aguas residuales domesticas”. Lima – Perú.
- S. CIRUJANO BRACAMONTE Y L. MEDINA DOMINGO (2003). “Reseña de plantas acuáticas de las lagunas y humedales de Castilla – La Mancha”.
- PEDRAZA, G. (1997). “Implementación y evaluación de un sistema de descontaminación de aguas servidas con plantas acuáticas”.

- LEON ESPINOZA Y LUCERO PERALTA (2008). “Plantas acuáticas en el tratamiento biológico de aguas residuales domesticas”.
- RICARDO BENITEZ Y MARTIN (2011). “Evaluación de la cinética de acumulación de cromo en Jacinto de agua (Eichhornia Crassipes).
- ZALDAÑA LEMUS Y SALAZAR COLOCHO (2014). “Investigación de la caracterización del Jacinto de agua Eichhornia Crassipes del humedal Cerrón Grande, para determinar su aprovechamiento como materia prima en la elaboración de productos, agroindustriales, industriales o artesanales”.
- MEDITERRANEAN (2008). “El Jacinto de agua, Eichhornia Crassipes: una planta invasora en el Guadiana - Cuenca del río (España)”.
- MARTELO JORGE Y LARA BORRENO JAIME A. (2012). “Macrófitas flotantes en el tratamiento de aguas residuales: una revisión del estado de arte”.
- M. J. GIL – LOPEZ (2016). “Una bomba de relojería en Cádiz: el Jacinto de agua (Eichhornia Crassipes), una de las especies exóticas invasoras más perjudiciales del mundo”.
- BOLAÑOS BENITES, CASAS ZAPATA Y AGUIRRE RAMIREZ (2008). “Análisis comparativo de la remoción de un sustrato orgánico por las macrofitas Pistia Stratiotes y Egeria Densa en un sistema batch”.
- CORNEJO SOLDEVILLA DANIELA MEDALIT (2015). “Determinación de la eficiencia de remoción de la DBO del agua residual domestica mediante la utilización de un biofiltro de piedra pómez”.
- J. RODIER (1981). “Análisis de las aguas”.
- DIAZ CLAROS JOSE NAHUM (2014). “Coagulantes – floculantes orgánicos e inorgánicos elaborados de plantas y del reciclaje de la chatarra para el tratamiento de aguas contaminadas”.
- CHIRINOS ALICIA, GUARENAS ALEXANDER Y SANCHEZ MARIELA (2006). “Estudio preliminar de los parámetros físicos y químicos del agua cruda del rio San Antonio del Municipio Miranda del Estado Falcón”.
- CLAIR SEWYER, MAC GRAW HILL (2000). “Química para la ingeniería ambiental”. (cuarta edición).

- ESPINOZA V. VIRGILIO, CASTILLO ROSARIO Y ROVIRA DALYS M. (2014). “Parámetros físico – químicos y microbiológicos como indicadores de la calidad de las aguas de la sub cuenca baja del rio David, Provincia de Chiriquí, Panamá”.
- LOPEZ PIRIO PATRICIA ROSARIO (2011). “Fitorremediacion en los suelos de Mayoc, San Mateo, Huarochirí – Lima”.
- Ac. (1992). “Métodos normalizados para el análisis de agua potable y aguas residuales”.
- MUÑOZ OPAZO RAUL (1991). “Tratamiento de aguas residuales”.
- VALDERRAMA L.T. (2005). “Evaluación del Efecto del Tratamiento con Plantas Acuáticas en la Remoción de Indicadores de Contaminación Fecal en Aguas Residuales Domésticas”.
- R. A. LAMBERT (1975). “Parasitología: Identificación de Helminetos”.
- SA – ME MARKO DANIEL (2000). “Parámetros microbiológicos”.
- Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (2008. Aprueban los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua: DECRETO SUPREMO N° 002 – 2008 – MINAM).
- Límites Máximos Permisibles para los Efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas o Municipales (2010. Aprueban Límites Máximos Permisibles para los Efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas o Municipales: DECRETO SUPREMO N° 003- 2010 – MINAM).
- M. CRUZ, N. CARBO, JAVIER L. L. GONZALES, G. M. TITO, K. DEPAZ, S. TORRES, R. NUÑEZ, J. TORRES, W. QUISPE (2016). “Tratamiento de las aguas de la laguna “Mansión” mediante la especie Eichhornia Crassipes, para el riego de áreas verdes en la Universidad Peruana Union”.
- ENRIQUE SANCHEZ SALINAS (2007). Centro de Investigación en Biotecnología, Universidad Autónoma del Estado de Marruecos. “Tratamiento de aguas residuales por un sistema piloto de humedales artificiales: evaluación de la remoción de la carga orgánica”.

- RODRIGUEZ, GOMEZ, GARAVITO Y LOPEZ (2010). “Estudio de comparación del tratamiento de aguas residuales domesticas utilizando lentejas y buchón de agua en humedales artificiales”.
- MEDINA DOMINGO LEOPOLDO (MADRID, 2002). “Plantas acuáticas de las lagunas y humedales de Castilla La Mancha – Santos Cirujano Bracamonte”.
- MADUEÑO HUARUCO R.J. Y SALVADOR TIXE J.C. (2009). “Evaluación del uso de la planta acuática Eichhornia Crassipes para determinar la eficiencia remocional de nutrientes a escala reactor del efluente de la laguna secundaria de la planta CITRAR” Tesis para optar el título Profesional. Lima, Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Ambiental. Pag. 123 – 125.
- CUPE FLORES E.D. y PORTOCARRERO CONTRERAS C.J. (2009). “Evaluación de la eficiencia de plantas acuáticas flotantes Lemna Minor (lenteja de agua), Eichhornia Crassipes (Jacinto de agua) y Pistia Stratoides (lechuga de agua), para el tratamiento de aguas residuales domesticas”.
- Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y ciencias del ambiente. 2004. Sistemas integrados de tratamiento y uso de aguas residuales en américa latina: realidad y potencial. Hojas de divulgación técnica. Lima Perú.

ANEXOS

PANEL FOTOGRAFICO



Fotografía N° 01: ingreso de las aguas residuales, provenientes del canal Huampani.



Fotografía N° 02: parte del canal por donde recorre las aguas residuales, las cuales llegan a la Laguna “La Mansión”.



Fotografía N° 03: vista fotográfica de la Laguna “La Mansión”, antes del proyecto de investigación.



Fotografía N° 04: Limpieza de la Laguna “La Mansión”. Recojo de residuos que dañan y ensucian a la laguna.



Fotografía N° 05: vista fotográfica de la Laguna “La Mansión”, después de la limpieza.



Fotografía N° 06: vista fotográfica de la Laguna “La Mansión”, después de la limpieza.



Fotografía N° 07: vista fotográfica de la cámara de rejas (único pre tratamiento con el que cuenta la laguna), se observa la separación de los sólidos de mayor tamaño.



Fotografía N° 08: coordenadas de ubicación de la Laguna “La Mansión” (toma de puntos).



Fotografía N° 09: siembra de la *Eichhornia Crassipes* – Jacinto de Agua, para el tratamiento del agua residual de la Laguna “La Mansión”.



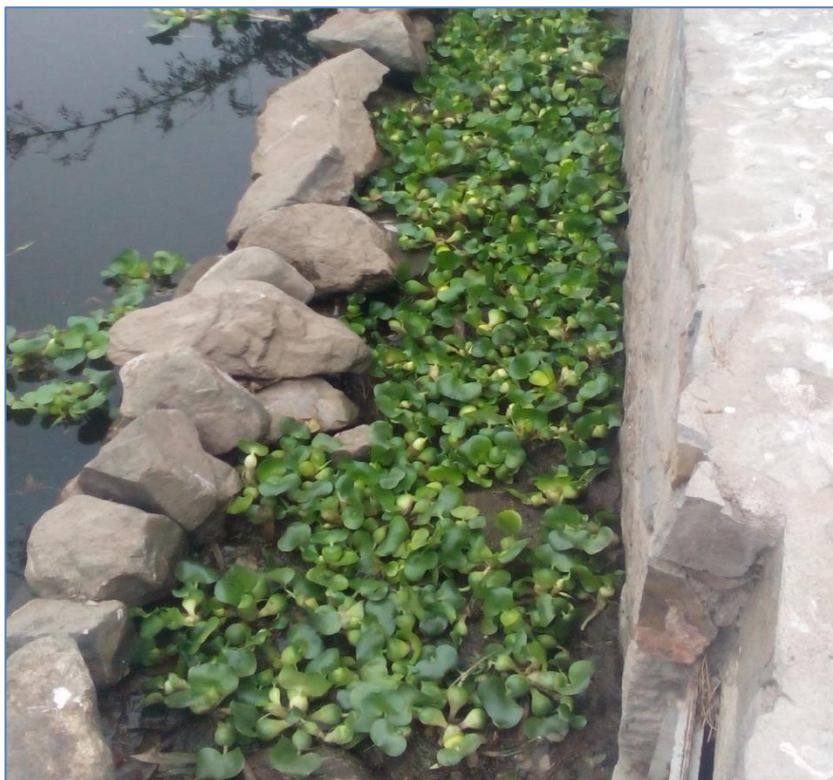
Fotografía N° 10: siembra de la *Eichhornia Crassipes* – Jacinto de Agua, para el tratamiento del agua residual de la Laguna “La Mansión”.



Fotografía N° 11: siembra de la *Eichhornia Crassipes* – Jacinto de Agua, para el tratamiento del agua residual de la Laguna “La Mansión”.



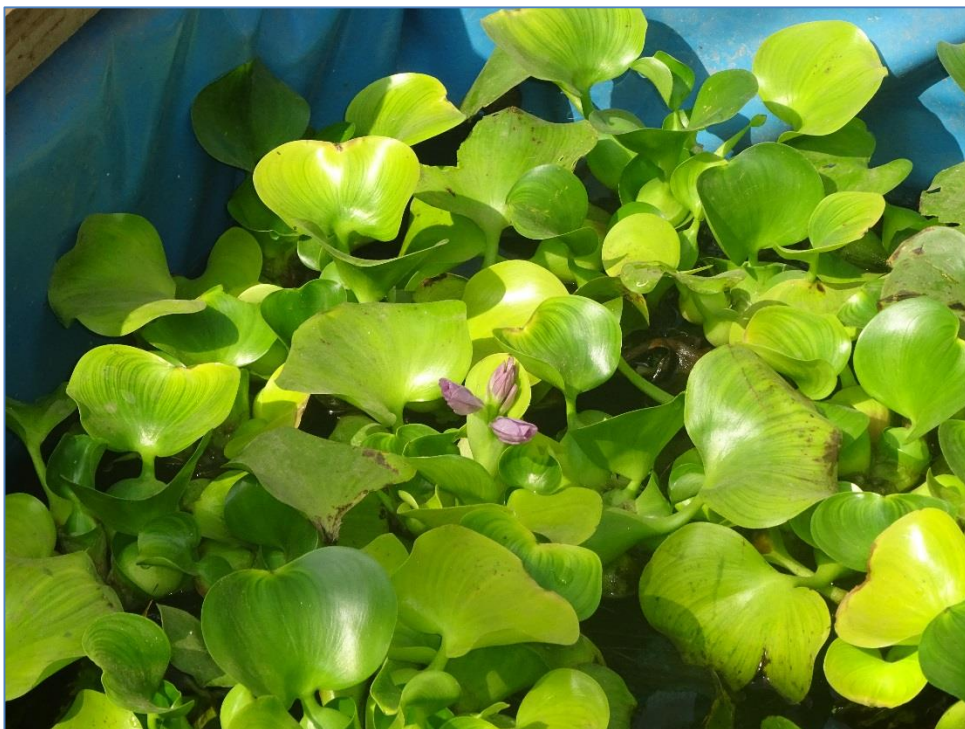
Fotografía N° 12: siembra de la *Eichhornia Crassipes* – Jacinto de Agua, para el tratamiento del agua residual de la Laguna “La Mansión”.



Fotografía N° 13: siembra de la *Eichhornia Crassipes* – Jacinto de Agua, para el tratamiento del agua residual de la Laguna “La Mansión”.



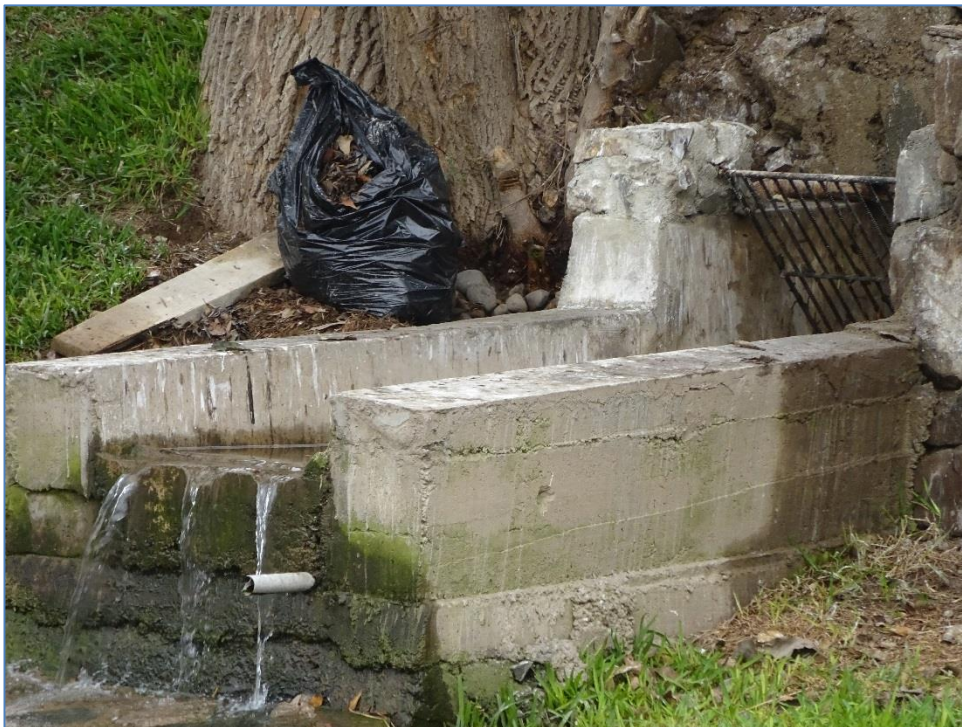
Fotografía N° 14: siembra de la *Eichhornia Crassipes* – Jacinto de Agua, para el tratamiento del agua residual de la Laguna “La Mansión”.



Fotografía N° 15: vista fotográfica del crecimiento de la *Eichhornia Crassipes* – Jacinto de Agua.



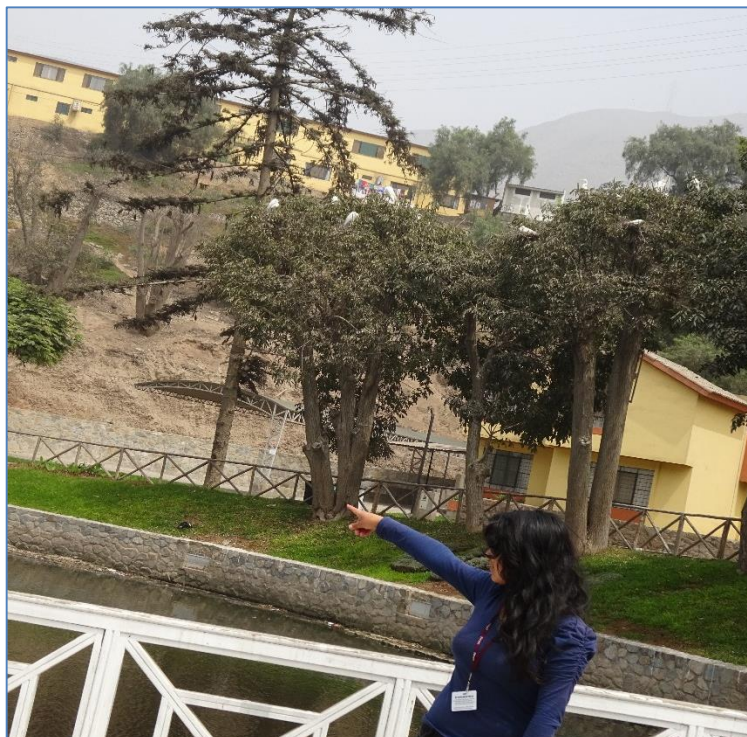
Fotografía N° 16: vista fotográfica del crecimiento de la *Eichhornia Crassipes* – Jacinto de Agua.



Fotografía N° 17: ingreso del agua residual a la Laguna “La Mansión”. Se observa la cámara de rejas.



Fotografía N° 18: analizando las características de la laguna y recopilando información para el contenido del proyecto.



Fotografía N° 19: se muestra las áreas que serán regadas con las aguas provenientes de la laguna, después del tratamiento, a través de un sistema de bombeo.



Fotografía N° 20: instalación de la primera alternativa de los sistemas flotantes, los cuales contendrán al Jacinto de agua. Fueron construidos mediante tuberías de PVC.



Fotografía N° 21: instalación de la primera alternativa de los sistemas flotantes, los cuales contendrán al Jacinto de agua. Fueron construidos mediante tuberías de PVC.



Fotografía N° 22: colocación del Jacinto de agua en el sistema flotante.



Fotografía N° 23: colocación del Jacinto de agua en el sistema flotante.



Fotografía N° 24: colocación del Jacinto de agua en el sistema flotante.



Fotografía N° 25: colocación del Jacinto de agua en el sistema flotante.



Fotografía N° 26: colocación del Jacinto de agua en el sistema flotante.



Fotografía N° 27: colocación del Jacinto de agua en el sistema flotante.



Fotografía N° 28: colocación del Jacinto de agua en los sistemas flotantes.



Fotografía N° 29: instalación de los sistemas flotantes en la Laguna “La Mansión”.



Fotografía N° 30: instalación de los sistemas flotantes en la Laguna “La Mansión”.



Fotografía N° 31: toma de muestra antes del tratamiento, para el análisis de laboratorio.



Fotografía N° 32: toma de muestra antes del tratamiento, para el análisis de laboratorio.



Fotografía N° 33: toma de muestra antes del tratamiento, para el análisis de laboratorio.



Fotografía N° 34: instalación de los sistemas flotantes mejorados; estos ya contienen una malla que protege a las plantas de ser consumidos por los animales como las aves y otros.



Fotografía N° 35: instalación de los sistemas flotantes mejorados; estos fueron colocados en todo el contorno (bordes) de la Laguna.



Fotografía N° 36: instalación de los sistemas flotantes mejorados; estos fueron colocados en todo el contorno (bordes) de la Laguna.



Fotografía N° 37: instalación de los sistemas flotantes mejorados; estos fueron colocados en todo el contorno (bordes) de la Laguna.



Fotografía N° 38: vista del crecimiento del Jacinto de Agua.



Fotografía N° 39: instalación de los sistemas flotantes mejorados; estos fueron colocados en todo el contorno (bordes) de la Laguna.



Fotografía N° 40: instalación de los sistemas flotantes mejorados; estos fueron colocados en todo el contorno (bordes) de la Laguna.



Fotografía N° 41: toma de muestras para el análisis de laboratorio, después de tratamiento de las aguas residuales con el Jacinto de Agua.



Fotografía N° 42: toma de muestras para el análisis de laboratorio, después de tratamiento de las aguas residuales con el Jacinto de Agua.



Fotografía N° 43: toma de muestras para el análisis de laboratorio, después de tratamiento de las aguas residuales con el Jacinto de Agua.



Fotografía N° 44: riego de áreas verdes utilizando el agua proveniente de la laguna, después de haber comprobado que el Jacinto de agua es eficaz en el tratamiento de las AA.RR.



Fotografía N° 45: riego de áreas verdes utilizando el agua proveniente de la laguna, después de haber comprobado que el Jacinto de agua es eficaz en el tratamiento de las AA.RR.



Fotografía N° 46: riego de áreas verdes utilizando el agua proveniente de la laguna, después de haber comprobado que el Jacinto de agua es eficaz en el tratamiento de las AA.RR.

ANALISIS DE LABORATORIO:

- **ANALISIS DE LABORATORIO, antes del tratamiento.**
- **ANALISIS DE LABORATORIO, después del tratamiento.**

ANALISIS DE LABORATORIO
(Antes del tratamiento).



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INDECOPI - SNA CON REGISTRO No LE - 065



INFORME DE ENSAYO AG150342

CLIENTE Razón Social : UNIVERSIDAD PERUANA LA UNIÓN: PROYECTO: " Tratamiento de la Aguas Residuales de la Laguna Mansión UPU Mediante Jacintos de Agua Lima - Peru"
 Dirección : km 19 Carretera Central Ñaña
 Atención : Kiko Felix de Paz Cell

MUESTRA Producto declarado : Agua de Laguna
 Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial
 Procedencia : Laguna Mansión, Distrito Lurigancho, Provincia de Lima, Departamento de Lima
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC150292

MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia : No indica

LABORATORIO Fecha de recepción : 12/Mayo/2015
 Fecha de análisis : 12/Mayo/2015 - 19/Mayo/2015
 Cotización N° : CO150289

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	M - 01
					Fecha de muestreo	11/05/2015
					Hora muestreo	11:00
					Código del Laboratorio	AG150370
FQ ANALISIS FISICOQUIMICOS						
FQ01	Aceites y Grasas	mg/l	APHA 5520 B (*)	1		4
FQ12	Conductividad ^a (en laboratorio)	µS.cm ⁻¹	APHA 2510 B -Versión 2012	.....		496
FQ20	Fosfato	mg/l PO ₄ ³⁻ - P	Vanadatomolibdato (*)	0.5		< 0.5
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4506-H ^a B -Versión 2012 (*)	.....		8.22
FQ26	Sólidos sedimentables	mg/l	APHA 2540 F (*)	1		< 1
FQ27	Sólidos totales	mg/l	APHA 2540 B (*)	1		371
FQ29	Sólidos totales en suspensión	mg/l	APHA 2540 D (*)	1		18
FQ30	Sólidos volátiles	mg/l	APHA 2540 E (*)	1		81
FQ35	Temperatura (en laboratorio)	°C	APHA 2550 B (*)	.....		19
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01		18.40
MT METALES TOTALES						
MT03	Arsénico total	mg/l As	Pleta - DDTC (*)	0.050		< 0.050
MT24	Plomo total	mg/l Pb	PAR (*)	0.010		0.153
CB ANALISIS DE INDICADORES DE CONTAMINACION BIOQUIMICO						
CB01	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l DBO ₅	APHA 5210 B (*)	1		3
CB02	Demanda Química de Oxígeno	mg/l DQO	Oxidación ácido cromosulfónico (*)	25		< 25
CB03	Oxígeno Disuelto (en laboratorio)	mg/l	APHA 4500-O G (*)	0.01		6.66
NU ANALISIS DE NUTRIENTES						
NU03	N-Amónico	mg/l NO ₂ -N	Azul Indofenol (*)	0.010		0.022
NU04	Nitratos	mg/l NO ₃ ⁻	Nitrospectral (*)	1.0		< 1.0
CM INDICADORES DE CONTAMINACION MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACION DE PATOGENOS						
CM03	Coliformes totales	NMP/100 ml	APHA 9221 B (*)	< 2		24000
CM05	Coliformes fecales o termotolerantes	NMP/100 ml	APHA 9221 C (*)	< 2		11000
AP ANALISIS PARASITOLÓGICO						
AP15	Huevos de Helmintos	Huevos/l	APHA 9810B ; EPA 1623 (*)	Ausencia		Ausencia



(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INDECOPI-SNA.

¹ Datos proporcionados por el cliente

² Resultados reportados a 25 °C.

Leyenda: APHA: Standard Method for de Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edición-2012

NOTA:

I. Tiempos de perecibilidad de las muestras:

a) pH = 15 minutos

b) Conductividad = 28 días

II. El resultado de pH es referencial y se encuentra fuera del alcance de la acreditación otorgada por el SNA-INDECOPI, debido a que la muestra ha superado el tiempo máximo de conservación recomendado por el Standard Methods for the Examination of water and wastewater, 22 nd. Edición-2012

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.

Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirimientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INDECOPI - SNA CON REGISTRO No LE - 065



INFORME DE ENSAYO AG150342

Huaraz, 19 de Mayo del 2015



[Signature]
 Quím. Mario Leyva Collas
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 ICQP N° 604



Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.

Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirimientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

ANALISIS DE LABORATORIO
(Después del tratamiento).



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 065**



INFORME DE ENSAYO AG150904

CLIENTE Razón Social : UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
Dirección : km 19 Carretera Central Ñaña
Atención : Cecilia Rufina Giraldo Barbudo

MUESTRA Producto declarado : Agua de Residual
Matriz : Aguas Residuales - Agua Residual Doméstica
Procedencia : Lago Mansión, Universidad Peruana Unión
Ref./Condición : Cadena de Custodia CC150789

MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
Referencia : No indica

LABORATORIO Fecha de recepción : 11/Setiembre/2015
Fecha de análisis : 11/setiembre/2015 - 18/Setiembre/2015
Cotización N° : CO150524

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	M 1
					Fecha de muestreo	10/09/2015
					Hora muestreo	10:00
					Código del Laboratorio	AG150935
FQ						
ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS						
FQ01	Aceites y Grasas	mg/l	APHA 5520 B (*)	1		4
FQ12	Conductividad ² (en laboratorio)	µS.cm ⁻¹	APHA 2510 B - Versión 2012	.....		558
FQ20	Fosfato	mg/l PO ₄ ³⁻ - P	Vanadatomolibdato (*)	0.5		< 0.5
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid. pH	APHA 4500-H ⁺ B - Versión 2012 (*)	.....		7.709
FQ26	Sólidos sedimentables	mg/l	APHA 2540 F (*)	1		< 1
FQ27	Sólidos totales	mg/l	APHA 2540 B (*)	1		457
FQ29	Sólidos totales en suspensión	mg/l	APHA 2540 D (*)	1		36
FQ30	Sólidos volátiles	mg/l	APHA 2540 E (*)	1		< 1
FQ35	Temperatura (en laboratorio)	°C	APHA 2550 B (*)	.....		15.6
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01		12.10
MT						
METALES TOTALES						
MT03	Arsénico total	mg/l As	Plata - DDTC (*)	0.050		< 0.010
MT24	Plomo total	mg/l Pb	PAR (*)	0.010		0.032
CB						
ANÁLISIS DE INDICADORES DE CONTAMINACIÓN BIOQUÍMICO						
CB01	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l DBO ₅	APHA 5210 B (*)	1		4
CB02	Demanda Química de Oxígeno	mg/l DQO	Oxidación ácido cromosulfúrico (*)	25		< 25
CB03	Oxígeno Disuelto (en laboratorio)	mg/l	APHA 4500-O G (*)	0.01		6.21
NU						
ANÁLISIS DE NUTRIENTES						
NU03	N-Amónico	mg/l NO ₂ -N	Azul Indofenol (*)	0.010		0.090
NU04	Nitratos	mg/l NO ₃ -	Nitrospectral (*)	1.0		1.9
CM						
INDICADORES DE CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACIÓN DE PATÓGENOS						
CM03	Coliformes totales	NMP/100 ml	APHA 9221 B (*)	< 2		460
CM05	Coliformes fecales o termotolerantes	NMP/100 ml	APHA 9221 C (*)	< 2		240
AP						
ANÁLISIS PARASITOLÓGICO						
AP15	Huevos de Helmintos	Huevos/l	APHA 9810B ; EPA 1623 (*)	Ausencia		Ausencia

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

¹ Datos proporcionados por el cliente

² Resultados reportados a 25 °C.

Leyenda: APHA: Standard Method for de Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition-2012

NOTA:

I. Tiempos de perecibilidad de las muestras:

a) pH = 15 minutos

b) Conductividad = 28 días

II. El resultado de pH es referencial y se encuentra fuera del alcance de la acreditación otorgada por el INACAL - DA, debido a que la muestra ha superado el tiempo máximo de conservación recomendado por el Standard Methods for the Examination of water and wastewater, 22 nd. Edition-2012

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.

Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirimientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL
FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"
Av. Centenario N°200-Huaraz- Ancash, Telef.421 431- Cel. 944432754 / 948915005 RPM. # 948915005
E-mail: labfcam@hotmail.com



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 065**



INFORME DE ENSAYO AG150904

Huaraz, 18 de Setiembre del 2015



Mario Leyva Collas
Quim. Mario Leyva Collas
Del Laboratorio de Calidad Ambiental
FCAM - UNASAM
CQP N° 604



Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.

Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirimientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL
FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"
Av. Centenario N°200-Huaraz- Ancash, Telef.421 431- Cel. 944432754 / 948915005 RPM. # 948915005
E-mail: labfcam@hotmail.com

NORMAS NACIONALES:

- **Los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua según Decreto Supremo 002-2008-MINAM del 31.07.2008.**
- **Los Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas o Municipales, según Decreto Supremo N° 003 – 2010 – MINAM.**

**ESTÁNDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL
PARA AGUA SEGÚN DECRETO SUPREMO 002-2008-MINAM
DEL 31.07.2008.**

377222

NORMAS LEGALES

El Peruano
Lima, jueves 31 de julio de 2008

Diagnóstico y el usuario esté dispuesto a proporcionarlos, el valor de dichos insumos será descontado del precio del servicio, previa presentación de la copia del comprobante de pago. Los insumos requeridos deberán ceñirse a las especificaciones técnicas exigidas por el SENASA.

Regístrese, comuníquese y publíquese.

OSCAR M. DOMINGUEZ FALCON
Jefe (e)
Servicio Nacional de Sanidad Agraria

232229-1

AMBIENTE

Aprueban los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua

DECRETO SUPREMO
N° 002-2008-MINAM

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

CONSIDERANDO:

Que, en el inciso 2° del artículo 2° de la Constitución Política del Perú establece que toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida; señalando en su artículo 67° que el Estado determina la Política Nacional del Ambiente;

Que, el artículo I del Título Preliminar de la Ley N° 28611-Ley General del Ambiente, establece que 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;

Que, el artículo 1° de la Ley N° 28817-Ley que establece los plazos para la elaboración y aprobación de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y de Límites Máximos Permisibles (LMP) de Contaminación Ambiental, dispuso que la Autoridad Ambiental Nacional culminaría la elaboración y revisión de los ECA y LMP en un plazo no mayor de dos (02) años, contados a partir de la vigencia de dicha Ley;

Que con fecha 16 de junio de 1999 se instaló el GESTA AGUA, cuya finalidad fue elaborar los Estándares de Calidad Ambiental para Agua - ECA para Agua, estando conformado dicho Grupo de Trabajo por 21 instituciones del sector público, privado y académico, actuando la Dirección General de Salud Ambiental - DIGESA como Secretaría Técnica;

Que, mediante Oficio N° 8262-2006/DG/DIGESA de fecha 28 de diciembre de 2006, la Dirección General de Salud Ambiental -DIGESA, en coordinación con el Instituto Nacional de Recursos Naturales -INRENA, en calidad de Secretaría Técnica Colegiada del GESTA

AGUA, remitió al CONAM, la propuesta de Estándares de Calidad Ambiental-ECA para Agua con la finalidad de tramitar su aprobación formal;

Que, por Acta del Grupo de Trabajo GESTA AGUA, de fecha 24 de octubre de 2007, se aprobó la propuesta de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua;

Que, mediante Decreto Legislativo N° 1013 se aprobó la Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente, señalándose su ámbito de competencia sectorial y regulándose su estructura orgánica y funciones, siendo una de sus funciones específicas la de elaborar los Estándares de Calidad Ambiental y Límites Máximos Permisibles;

Que, contando con la propuesta de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para agua, corresponde aprobarlos mediante Decreto Supremo, conforme a lo establecido en el artículo 7° del Decreto Legislativo N° 1013;

De conformidad con lo dispuesto en la Ley General del Ambiente, Ley N° 28611 y el Decreto Legislativo N° 1013;

En uso de las facultades conferidas por el artículo 118° de la Constitución Política del Perú;

DECRETA:

Artículo 1°.- Aprobación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua

Aprobar los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, contenidos en el Anexo I del presente Decreto Supremo, con el objetivo de establecer el nivel de concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el agua, en su condición de cuerpo receptor y componente básico de los ecosistemas acuáticos, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni para el ambiente. Los Estándares aprobados son aplicables a los cuerpos de agua del territorio nacional en su estado natural y son obligatorios en el diseño de las normas legales y las políticas públicas siendo un referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental.

Artículo 2°.- Refrendo

El presente Decreto Supremo será refrendado por el Ministro del Ambiente.

DISPOSICIÓN COMPLEMENTARIA TRANSITORIA

Única.- El Ministerio del Ambiente dictará las normas para la implementación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua, como instrumentos para la gestión ambiental por los sectores y niveles de gobierno involucrados en la conservación y aprovechamiento sostenible del recurso agua.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los treinta días del mes de julio del año dos mil ocho.

ALAN GARCÍA PÉREZ
Presidente Constitucional de la República

ANTONIO JOSÉ BRACK EGG
Ministro del Ambiente

El Peruano

DIARIO OFICIAL

REQUISITO PARA PUBLICACIÓN DE NORMAS LEGALES Y SENTENCIAS

Se comunica al Congreso de la República, Poder Judicial, Ministerios, Organismos Autónomos y Descentralizados, Gobiernos Regionales y Municipalidades que, para efecto de publicar sus dispositivos y sentencias en la Separata de Normas Legales y Separatas Especiales respectivamente, deberán además remitir estos documentos en disquete o al siguiente correo electrónico. normaslegales@editoraperu.com.pe

LA DIRECCIÓN



ANEXO I

ESTÁNDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUA

CATEGORÍA 1: POBLACIONAL Y RECREACIONAL

PARÁMETRO	UNIDAD	Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable			Aguas superficiales destinadas para recreación	
		A1	A2	A3	B1	B2
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado	Contacto Primario	Contacto Secundario
		VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR
FÍSICOS Y QUÍMICOS						
Aceites y grasas (MEH)	mg/L	1	1,00	1,00	Ausencia de película visible	**
Cianuro Libre	mg/L	0,005	0,022	0,022	0,022	0,022
Cianuro Wad	mg/L	0,08	0,08	0,08	0,08	**
Cloruros	mg/L	250		250	**	**
Color	Color verdadero escala PtCo	15	100	200	sin cambio normal	sin cambio normal
Conductividad	us/cm ²⁵	1500	1600	**	**	**
D.B.O. ₅	mg/L	3	5	10	5	10
D.Q.O.	mg/L	10	20	30	30	50
Dureza	mg/L	500	**	**	**	**
Detergentes (SAAM)	mg/L	0,5	0,5	na	0,5	Ausencia de espuma persistente
Fenoles	mg/L	0,003	0,01	0,1	**	**
Fluoruros	mg/L	1	**	**	**	**
Fósforo Total	mg/L P	0,1	0,15	0,15	**	**
Materiales Flotantes		Ausencia de material flotante	**	**	Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante
Nitratos	mg/L N	10	10	10	10	**
Nitritos	mg/L N	1	1	1	1(5)	**
Nitrógeno amoniacal	mg/L N	1,5	2	3,7	**	**
Olor		Aceptable	**	**	Aceptable	**
Oxígeno Disuelto	mg/L	≥ 6	≥ 5	≥ 4	≥ 5	≥ 4
pH	Unidad de pH	6,5 - 8,5	5,5 - 9,0	5,5 - 9,0	6-9 (2,5)	**
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1000	1000	1500	**	**
Sulfatos	mg/L	250	**	**	**	**
Sulfuros	mg/L	0,05	**	**	0,05	**
Turbiedad	UNT ²⁰	5	100	**	100	**
INORGÁNICOS						
Aluminio	mg/L	0,2	0,2	0,2	0,2	**
Acetaminofeno	mg/L	0,006	0,006	0,006	0,006	**
Aséstrico	mg/L	0,01	0,01	0,05	0,01	**
Baño	mg/L	0,7	0,7	1	0,7	**
Berilio	mg/L	0,004	0,04	0,04	0,04	**
Boro	mg/L	0,5	0,5	0,75	0,5	**
Cadmio	mg/L	0,003	0,003	0,01	0,01	**
Cobre	mg/L	2	2	2	2	**
Cromo Total	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05	**
Cromo VI	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05	**
Hierro	mg/L	0,3	1	1	0,3	**
Manganeso	mg/L	0,1	0,4	0,5	0,1	**
Mercurio	mg/L	0,001	0,002	0,002	0,001	**
Níquel	mg/L	0,02	0,025	0,025	0,02	**
Plata	mg/L	0,01	0,05	0,05	0,01	0,05
Plomo	mg/L	0,01	0,05	0,05	0,01	**
Selenio	mg/L	0,01	0,05	0,05	0,01	**
Uranio	mg/L	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Vanadio	mg/L	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Zinc	mg/L	3	5	5	3	**
ORGÁNICOS						
I. COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES						
Hidrocarburos totales de petróleo, HTP	mg/L	0,05	0,2	0,2		
Trihalometanos	mg/L	0,1	0,1	0,1	**	**
Compuestos Orgánicos Volátiles, COVs						
1,1,1-Tricloroetano - 71-55-6	mg/L	2	2	**	**	**
1,1-Dicloroetano - 75-35-4	mg/L	0,03	0,03	**	**	**
1,2-Dicloroetano - 107-06-2	mg/L	0,03	0,03	**	**	**
1,2-Diclorobenceno - 95-50-1	mg/L	1	1	**	**	**
Hexaclorobutadieno - 87-68-3	mg/L	0,0006	0,0006	**	**	**
Tetracloroetano - 127-18-4	mg/L	0,04	0,04	**	**	**
Tetracloruro de Carbono - 56-23-5	mg/L	0,002	0,002	**	**	**
Tricloroetano - 79-01-6	mg/L	0,07	0,07	**	**	**
BETX						

377224


NORMAS LEGALES

 El Peruano
 Lima, jueves 31 de julio de 2008

PARÁMETRO	UNIDAD	Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable			Aguas superficiales destinadas para recreación	
		A1	A2	A3	B1	B2
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado	Contacto Primario	Contacto Secundario
		VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR
Benceno - 71-43-2	mg/L	0,01	0,01	**	**	**
Etilbenceno - 100-41-4	mg/L	0,3	0,3	**	**	**
Tolueno - 108-88-3	mg/L	0,7	0,7	**	**	**
Xilenos - 1330-20-7	mg/L	0,5	0,5	**	**	**
Hidrocarburos Aromáticos						
Benz(a)pireno - 50-32-6	mg/L	0,0007	0,0007	**	**	**
Pentaclorofenol (PCP)	mg/L	0,009	0,009	**	**	**
Triclorobencenos (Totales)	mg/L	0,02	0,02	**	**	**
Plaguicidas						
Organofosforados:						
Malatión	mg/L	0,0001	0,0001	**	**	**
Metamidofós (restringido)	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Paraquat (restringido)	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Paratión	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Organoclorados (COP)*:						
Aldrin - 309-00-2	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Clordano	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
DDT	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Dieldrin - 60-57-1	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Endosulfán	mg/L	0,00056	0,00056	*	**	**
Endrin - 72-20-8	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Heptacloro - 76-44-8	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Heptacloro epóxido 1024-57-3	mg/L	0,00003	0,00003	*	**	**
Lindano	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Carbamatos:						
Aldicarb (restringido)	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Policloruros Bifenilos Totales (PCBs)						
(PCBs)	mg/L	0,000001	0,000001	**	**	**
Otros						
Asbesto	Miliones de fibras/L	7	**	**	**	**
MICROBIOLÓGICO						
Coliformes Termotolerantes (44,5 °C)	NMP/100 mL	0	2 000	20 000	200	1 000
Coliformes Totales (35 - 37 °C)	NMP/100 mL	50	3 000	50 000	1 000	4 000
Enterococos fecales	NMP/100 mL	0	0	0	200	**
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 mL	0	0	0	Ausencia	Ausencia
Formas parásitarias	Organismo/Litro	0	0	0	0	0
<i>Giardia duodenalis</i>	Organismo/Litro	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
<i>Salmonella</i>	Presencia/100 mL	Ausencia	Ausencia	Ausencia	0	0
<i>Vibrio Cholerae</i>	Presencia/100 mL	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia

 UNT Unidad Nefelométrica Turbiedad
 NMP/100 mL Número más probable en 100 mL

* Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP)

** Se entenderá que para esta subcategoría, el parámetro no es relevante, salvo casos específicos que la Autoridad competente determine.

CATEGORÍA 2: ACTIVIDADES MARINO COSTERAS

PARÁMETRO	UNIDADES	AGUA DE MAR		
		Sub Categoría 1 Extracción y Cultivo de Moluscos Bivalvos (C1)	Sub Categoría 2 Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas (C2)	Sub Categoría 3 Otras Actividades (C3)
ORGANOLEPTICOS				
Hidrocarburos de Petróleo		No Visible	No Visible	No Visible
FISICOQUÍMICOS				
Aceites y grasas	mg/L	1,0	1,0	2,0
DBO ₅	mg/L	**	10,0	10,0
Oxígeno Disuelto	mg/L	≥4	≥3	≥2,5
pH	Unidad de pH	7 - 8,5	6,8 - 8,5	6,8 - 8,5
Sólidos Suspendedos Totales	mg/L	**	50,0	70,0
Sulfuro de Hidrógeno	mg/L	**	0,06	0,08
Temperatura	celcius	**delta 3 °C	**delta 3 °C	**delta 3 °C
INORGÁNICOS				
Amoníaco	mg/L	**	0,08	0,21
Arsénico total	mg/L	0,05	0,05	0,05
Cadmio total	mg/L	0,0093	0,0093	0,0093
Cobre total	mg/L	0,0031	0,05	0,05
Cromo VI	mg/L	0,05	0,05	0,05
Fosfatos (P-PO4)	mg/L	**	0,03 - 0,09	0,1



PARÁMETRO	UNIDADES	AGUA DE MAR		
		Sub Categoría 1	Sub Categoría 2	Sub Categoría 3
		Extracción y Cultivo de Moluscos Bivalvos (C1)	Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas (C2)	Otras Actividades (C3)
Mercurio total	mg/L	0,0094	0,001	0,001
Níquel total	mg/L	0,002	0,1	0,1
Nitrosos (N-NO ₃)	mg/L	**	0,07 - 0,28	0,3
Piombo total	mg/L	0,0061	0,0061	0,0061
Silicatos (Si-Si O ₃)	mg/L	**	0,14 - 0,70	**
Zinc total	mg/L	0,081	0,081	0,081
ORGÁNICOS				
Hidrocarburos de petróleo totales (fracción aromática)	mg/L	0,007	0,007	0,01
MICROBIOLÓGICOS				
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	* ≤14 (área aprobada)	≤30	1000
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	* ≤00 (área restringida)		

NMP/ 100 mL. Número más probable en 100 mL.

* Área Aprobada: Áreas de donde se extraen o cultivan moluscos bivalvos seguros para el comercio directo y consumo, libres de contaminación fecal humana o animal, de organismos patógenos o cualquier sustancia deletérea o venenosa y potencialmente peligrosa.

** Área Restringida: Áreas acuáticas impactadas por un grado de contaminación donde se extraen moluscos bivalvos seguros para consumo humano luego de ser depurados.

*** Se entenderá que para este uso, el parámetro no es relevante, salvo casos específicos que la Autoridad competente lo determine.

**** La temperatura corresponde al promedio mensual multianual del área evaluada.

CATEGORÍA 3: RIEGO DE VEGETALES Y BEBIDAS DE ANIMALES

PARÁMETROS PARA RIEGO DE VEGETALES DE TALLO BAJO Y TALLO ALTO		
PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR
Fisicoquímicos		
Bicarbonatos	mg/L	370
Calcio	mg/L	200
Carbonatos	mg/L	5
Cloruros	mg/L	100-700
Conductividad	(uS/cm)	<2.000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	15
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	40
Fluoruros	mg/L	1
Fosfatos - P	mg/L	1
Nitrosos (NO ₃ -N)	mg/L	10
Nitrosos (NO ₂ -N)	mg/L	0,05
Oxígeno Disuelto	mg/L	>=4
pH	Unidad de pH	6,5 - 8,5
Sodio	mg/L	200
Sulfatos	mg/L	300
Sulfuros	mg/L	0,05
Inorgánicos		
Aluminio	mg/L	5
Arsénico	mg/L	0,05
Bario total	mg/L	0,7
Boro	mg/L	0,5-6
Cadmio	mg/L	0,005
Cianuro Wad	mg/L	0,1
Cobalto	mg/L	0,05
Cobre	mg/L	0,2
Cromo (6+)	mg/L	0,1
Hierro	mg/L	1
Litio	mg/L	2,5
Magnesio	mg/L	150
Manganeso	mg/L	0,2
Mercurio	mg/L	0,001
Níquel	mg/L	0,2
Plata	mg/L	0,05
Piombo	mg/L	0,05
Selenio	mg/L	0,05
Zinc	mg/L	2
Orgánicos		
Acetatos y Grasas	mg/L	1
Fenoles	mg/L	0,001
S.A.A.M. (detergentes)	mg/L	1
Plaguicidas		
Aldicarb	ug/L	1
Aldrin (CAS 309-00-2)	ug/L	0,004
Clordano (CAS 57-74-9)	ug/L	0,3
DDT	ug/L	0,001
Dieldrin (N° CAS 72-20-8)	ug/L	0,7
Endrin	ug/L	0,004

377226


NORMAS LEGALES

 El Perúano
 Lima, jueves 31 de julio de 2008

PARÁMETROS PARA RIEGO DE VEGETALES DE TALLO BAJO Y TALLO ALTO		
PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR
Endosulfán	ug/L	0,02
Heptacloro (N° CAS 76-44-8) y heptacloropóxido	ug/L	0,1
Lindano	ug/L	4
Paratión	ug/L	7,5

CATEGORÍA 3: RIEGO DE VEGETALES Y BEBIDAS DE ANIMALES

PARÁMETROS PARA RIEGO DE VEGETALES.			
PARÁMETROS	Unidad	Vegetales Tallo Bajo	Vegetales Tallo Alto
		Valor	Valor
Biológicos			
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1 000	2 000(3)
Coliformes Totales	NMP/100mL	5 000	5 000(3)
Enterococos	NMP/100mL	20	100
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100mL	100	100
Huevos de Helminthos	huevos/filtro	<1	<1(1)
<i>Salmonella</i> sp.		Ausente	Ausente
<i>Vibrio cholerae</i>		Ausente	Ausente
PARÁMETROS PARA BEBIDAS DE ANIMALES			
PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR	
Fisicoquímicos			
Conductividad Eléctrica	(uS/cm)	<=5000	
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	<=15	
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	40	
Fluoruro	mg/L	2	
Nitratos-(NO3-N)	mg/L	50	
Nitritos (NO2-N)	mg/L	1	
Oxígeno Disuelto	mg/L	> 5	
pH	Unidades de pH	6,5 – 8,4	
Sulfatos	mg/L	500	
Sulfuros	mg/L	0,05	
Inorgánicos			
Aluminio	mg/L	5	
Arsénico	mg/L	0,1	
Berilio	mg/L	0,1	
Boro	mg/L	5	
Cadmio	mg/L	0,01	
Cianuro WAD	mg/L	0,1	
Cobalto	mg/L	1	
Cobre	mg/L	0,5	
Cromo (6+)	mg/L	1	
Hierro	mg/L	1	
Litio	mg/L	2,5	
Magnesio	mg/L	150	
Manganeso	mg/L	0,2	
Mercurio	mg/L	0,001	
Níquel	mg/L	0,2	
Plata	mg/L	0,05	
Plomo	mg/L	0,05	
Selenio	mg/L	0,05	
Zinc	mg/L	24	
Orgánicos			
Aceites y Grasas	mg/L	1	
Fenoles	mg/L	0,001	
S.A.A.M. (detergentes)	mg/L	1	
Plaguicidas			
Aldicarb	ug/L	1	
Aldrin (CAS 309-00-2)	ug/L	0,03	
Clordano (CAS 57-74-9)	ug/L	0,3	
DDT	ug/L	1	
Dieldrin (N° CAS 72-20-8)	ug/L	0,7	
Endosulfán	ug/L	0,02	

Endrín	ug/L	0,004
Heptacloro (N° CAS 76-44-8) y heptacloripéoxido	ug/L	0,1
Lindano	ug/L	4
Paraatión	ug/L	7,5
Biológicos		
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1 000
Coliformes Totales	NMP/100mL	5 000
Enterococos	NMP/100mL	20
Escherichia coli	NMP/100mL	100
Huevos de Helminfos	huevos/filtro	<1
Salmonella sp.		Ausente
Vibrio cholerae		Ausente

NOTA :

NMP/100: Número más probable en 100 mL.

Vegetales de Tallo alto: Son plantas cultivables o no, de porte arbustivo o arbóreo y tienen una buena longitud de tallo. Las especies leñosas y forestales tienen un sistema radicular pivotante profundo (1 a 20 metros). Ejemplo: Forestales, árboles frutales, etc.

Vegetales de Tallo bajo: Son plantas cultivables o no, frecuentemente porte herbáceo, debido a su poca longitud de tallo alcanzan poca altura. Usualmente, las especies herbáceas de porte bajo tienen un sistema radicular difuso o fibroso, poco profundo (10 a 50 cm). Ejemplo: Hortalizas y verdura de tallo corto, como ajo, lechuga, fresas, col, nabo, apio y arveja, etc.

Animales mayores: Entiéndase como animales mayores a vacunos, ovinos, porcinos, camélidos y equinos, etc.

Animales menores: Entiéndase como animales menores a caprinos, cuyes, aves y conejos

SAAM: Sustancias activas de azul de metileno

CATEGORÍA 4: CONSERVACIÓN DEL AMBIENTE ACUÁTICO

PARÁMETROS	UNIDADES	LAGUNAS Y LAGOS	RÍOS		ECOSISTEMAS MARINO COSTEROS	
			COSTA Y SIERRA	SELVA	ESTUARIOS	MARINOS
FÍSICOS Y QUÍMICOS						
Aceites y grasas	mg/L	Ausencia de película visible	Ausencia de película visible	Ausencia de película visible	1	1
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	<5	<10	<10	15	10
Nitrógeno Amomiacal	mg/L	<0,02	0,02	0,05	0,05	0,08
Temperatura	Celsius					delta 3 °C
Oxígeno Disuelto	mg/L	≥5	≥5	≥5	≥4	≥4
pH	unidad	6,5-8,5	6,5-8,5		6,8-8,5	6,8 - 8,5
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	500	500	500	500	
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	≤25	≤25 - 100	≤25 - 400	≤25-100	30,00
INORGÁNICOS						
Arsénico	mg/L	0,01	0,05	0,05	0,05	0,05
Bario	mg/L	0,7	0,7	1	1	---
Cadmio	mg/L	0,004	0,004	0,004	0,005	0,005
Cianuro Libre	mg/L	0,022	0,022	0,022	0,022	---
Cloruro A	mg/L	10	---	---	---	---
Cobre	mg/L	0,02	0,02	0,02	0,05	0,05
Cromo VI	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Fenoles	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Fosfatos Total	mg/L	0,4	0,5	0,5	0,5	0,031 - 0,093
Hydrocarburos de Petróleo Aromáticos Totales	Ausente				Ausente	Ausente
Mercurio	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,001	0,0001
Nitratos (N-NO3)	mg/L	5	10	10	10	0,07 - 0,28
INORGÁNICOS						
Nitrógeno Total	mg/L	1,6	1,6		---	---
Niquel	mg/L	0,025	0,025	0,025	0,002	0,0082
Plomo	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,0081	0,0081
Silicatos	mg/L	---	---	---	---	0,14-0,7
Sulfuro de Hidrógeno (H2S indisoluble)	mg/L	0,002	0,002	0,002	0,002	0,06
Zinc	mg/L	0,03	0,03	0,3	0,03	0,081
MICROBIOLÓGICOS						
Coliformes Termotolerantes	(NMP/100mL)	1 000	2 000		1 000	≤30
Coliformes Totales	(NMP/100mL)	2 000	3 000		2 000	

NOTA : Aquellos parámetros que no tienen valor asignado se debe reportar cuando se dispone de análisis

Dureza: Medir "dureza" del agua muestreada para contribuir en la interpretación de los datos (método/técnica recomendada: APHA-AWWA-WPCF 2340C)

Nitrógeno total: Equivalente a la suma del nitrógeno Kjeldahl total (Nitrógeno orgánico y amoniacal), nitrógeno en forma de nitrato y nitrógeno en forma de nitrato (NO)

Amonio: Como NH3 no ionizado

NMP/100 mL: Número más probable de 100 mL.

Ausente: No deben estar presentes a concentraciones que sean detectables por olor, que afecten a los organismos acuáticos comestibles, que puedan formar depósitos de sedimentos en las orillas o en el fondo, que puedan ser detectados como películas visibles en la superficie o que sean nocivos a los organismos acuáticos presentes.

**LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA LOS EFLUENTES
DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
DOMESTICAS O MUNICIPALES, SEGÚN DECRETO
SUPREMO N° 003 – 2010 – MINAM.**

de impuestos o de derechos aduaneros de ninguna clase o denominación.

Artículo 5°.- La presente Resolución Suprema será refrendada por el Presidente del Consejo de Ministros.

Regístrese, comuníquese y publíquese.

ALAN GARCÍA PÉREZ
Presidente Constitucional de la República

JAVIER VELASQUEZ QUESQUÉN
Presidente del Consejo de Ministros

469446-6

AMBIENTE

Aprueba Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales

DECRETO SUPREMO
N° 003-2010-MINAM

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

CONSIDERANDO:

Que, el artículo 3° de la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, dispone que el Estado, a través de sus entidades y órganos correspondientes, diseña y aplica, las políticas, normas, instrumentos, incentivos y sanciones que sean necesarias para garantizar el efectivo ejercicio de los derechos y el cumplimiento de las obligaciones y responsabilidades contenidas en dicha ley;

Que, el numeral 32.1 del artículo 32° de la Ley General del Ambiente define al Límite Máximo Permissible - LMP, como la medida de concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un efluente o una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. Su determinación corresponde al Ministerio del Ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente por el Ministerio del Ambiente y los organismos que conforman el Sistema Nacional de Gestión Ambiental. Los criterios para la determinación de la supervisión y sanción serán establecidos por dicho Ministerio;

Que, el numeral 33.4 del artículo 33° de la Ley N° 28611 en mención dispone que, en el proceso de revisión de los parámetros de contaminación ambiental, con la finalidad de determinar nuevos niveles de calidad, se aplique el principio de la gradualidad, permitiendo ajustes progresivos a dichos niveles para las actividades en curso;

Que, el literal d) del artículo 7° del Decreto Legislativo N° 1013, Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente - MINAM, establece como función específica de dicho Ministerio, elaborar los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y Límites Máximos Permisibles (LMP), de acuerdo con los planes respectivos. Deben contar con la opinión del sector correspondiente, debiendo ser aprobados mediante Decreto Supremo;

Que, mediante Resolución Ministerial N° 121-2009-MINAM, se aprobó el Plan de Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y Límites Máximos Permisibles (LMP) para el año fiscal 2009 que contiene dentro de su anexo la elaboración del Límite Máximo Permissible para los efluentes de Plantas de Tratamiento de fuentes domésticas;

Que el artículo 14° del Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) aprobado mediante Decreto Supremo N° 019-2009-MINAM, establece que el proceso de evaluación de impacto ambiental comprende medidas que aseguren, entre otros, el cumplimiento de los Estándares de Calidad Ambiental, los Límites Máximos Permisibles y otros parámetros y requerimientos aprobados de acuerdo a la legislación ambiental vigente; del mismo modo, en su artículo 28° el citado reglamento señala que, la modificación del estudio ambiental o la aprobación de instrumentos de gestión ambiental complementarios,

implica necesariamente y según corresponda, la actualización de los planes originalmente aprobados al emitirse la Certificación Ambiental;

De conformidad con lo dispuesto en el numeral 8) del artículo 118° de la Constitución Política del Perú, y el numeral 3 del artículo 11° de la Ley N° 29158, Ley Orgánica del Poder Ejecutivo;

DECRETA:

Artículo 1°.- Aprobación de Límites Máximos Permisibles (LMP) para efluentes de Plantas de Tratamiento de Agua Residuales Domésticas o Municipales (PTAR)

Aprobar los Límites Máximos Permisibles para efluentes de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales, los que en Anexo forman parte integrante del presente Decreto Supremo y que son aplicables en el ámbito nacional.

Artículo 2°.- Definiciones

Para la aplicación del presente Decreto Supremo se utilizarán los siguientes términos:

- **Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales (PTAR):** Infraestructura y procesos que permiten la depuración de las aguas residuales Domésticas o Municipales.

- **Límite Máximo Permissible (LMP):** Es la medida de la concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente por el MINAM y los organismos que conforman el Sistema de Gestión Ambiental.

- **Protocolo de Monitoreo.-** Procedimientos y metodologías establecidas por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento en coordinación con el MINAM y que deben cumplirse en la ejecución de los Programas de Monitoreo.

Artículo 3°.- Cumplimiento de los Límites Máximos Permisibles de Efluentes de PTAR

3.1 Los LMP de efluentes de PTAR que se establecen en la presente norma entran en vigencia y son de cumplimiento obligatorio a partir del día siguiente de su publicación en el Diario Oficial El Peruano.

3.2 Los LMP aprobados mediante el presente Decreto Supremo, no serán de aplicación a las PTAR con tratamiento preliminar avanzado o tratamiento primario que cuenten con disposición final mediante emisario submarino.

3.3. Los titulares de las PTAR que se encuentren en operación a la dación del presente Decreto Supremo y que no cuenten con certificación ambiental, tendrán un plazo no mayor de dos (02) años, contados a partir de la publicación del presente Decreto Supremo, para presentar ante el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento su Programa de Adecuación y Manejo Ambiental; autoridad que definirá el respectivo plazo de adecuación.

3.4 Los titulares de las PTAR que se encuentren en operación a la dación del presente Decreto Supremo y que cuenten con certificación ambiental, tendrán un plazo no mayor de tres (03) años, contados a partir de la publicación del presente Decreto Supremo, para presentar ante el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, la actualización de los Planes de Manejo Ambiental de los Estudios Ambientales; autoridad que definirá el respectivo plazo de adecuación.

Artículo 4°.- Programa de Monitoreo

4.1 Los titulares de las PTAR están obligados a realizar el monitoreo de sus efluentes, de conformidad con el Programa de Monitoreo aprobado por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. El Programa de Monitoreo especificará la ubicación de los puntos de control, métodos y técnicas adecuadas; así como los parámetros y frecuencia de muestreo para cada uno de ellos.

415676

NORMAS LEGALES

El Peruano
Lima, miércoles 17 de marzo de 2010

4.2 El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento podrá disponer el monitoreo de otros parámetros que no estén regulados en el presente Decreto Supremo, cuando existan indicios razonables de riesgo a la salud humana o al ambiente.

4.3 Sólo será considerado válido el monitoreo conforme al Protocolo de Monitoreo establecido por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, realizado por Laboratorios acreditados ante el Instituto Nacional de Defensa del Consumidor y de la Propiedad Intelectual - INDECOPI.

Artículo 5°.- Resultados de monitoreo

5.1 El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento es responsable de la administración de la base de datos del monitoreo de los efluentes de las PTAR, por lo que los titulares de las actividades están obligados a reportar periódicamente los resultados del monitoreo de los parámetros regulados en el Anexo de la presente norma, de conformidad con los procedimientos establecidos en el Protocolo de Monitoreo aprobado por dicho Sector.

5.2 El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento deberá elaborar y remitir al Ministerio del Ambiente dentro de los primeros noventa (90) días de cada año, un informe estadístico a partir de los datos de monitoreo presentados por los Titulares de las PTAR, durante el año anterior, lo cual será de acceso público a través del portal institucional de ambas entidades.

Artículo 6°.- Fiscalización y Sanción

La fiscalización del cumplimiento de los LMP y otras disposiciones aprobadas en el presente Decreto Supremo estará a cargo de la autoridad competente de fiscalización, según corresponda.

Artículo 7°.- Refrendo

El presente Decreto Supremo será refrendado por el Ministro del Ambiente y por el Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

DISPOSICIÓN COMPLEMENTARIA FINAL

Única.- El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, en coordinación con el MINAM, aprobará el Protocolo de Monitoreo de Efluentes de PTAR en un plazo no mayor a doce (12) meses contados a partir de la vigencia del presente dispositivo.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los dieciséis días del mes de marzo del año dos mil diez.

ALAN GARCÍA PÉREZ
Presidente Constitucional de la República

ANTONIO JOSÉ BRACK EGG
Ministro del Ambiente

JUAN SARMIENTO SOTO
Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento

ANEXO**LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES
PARA LOS EFLUENTES DE PTAR**

PARÁMETRO	UNIDAD	LMP DE EFLUENTES PARA VERTIDOS A CUERPOS DE AGUAS
Aceites y grasas	mg/L	20
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	10,000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	100
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	200
pH	unidad	6.5-8.5
Sólidos Totales en Suspensión	mL/L	150
Temperatura	°C	<35

469446-2

Designan responsable de brindar información pública y del contenido del portal de internet institucional del Ministerio**RESOLUCIÓN MINISTERIAL
N° 036-2010-MINAM**

Lima, 16 de marzo de 2010

CONSIDERANDO:

Que, mediante Decreto Legislativo N° 1013, se aprobó la Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente;

Que, la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública, cuyo Texto Único Ordenado fue aprobado por Decreto Supremo N° 043-2003-PCM, tiene por finalidad promover la transparencia de los actos del Estado y regular el derecho fundamental del acceso a la información consagrado en el numeral 5 del artículo 2° de la Constitución Política del Perú;

Que, el artículo 3° de la citada Ley, señala que el Estado tiene la obligación de entregar la información que demanden las personas en aplicación del principio de publicidad, para cuyo efecto se designa al funcionario responsable de entregar la información solicitada;

Que, asimismo, de acuerdo a lo previsto en el artículo 5° de la mencionada Ley, las Entidades Públicas deben identificar al funcionario responsable de la elaboración de los Portales de Internet;

Que, mediante Resolución Ministerial N° 070-2008-MINAM, se designó a la señorita Cristina Miranda Beas, como funcionaria responsable de brindar información que demanden las personas, y responsable del contenido de la información ofrecida en el Portal de Internet del Ministerio del Ambiente;

Que, por razones del servicio y considerando la renuncia al cargo que desempeñaba en el Ministerio del Ambiente la servidora citada en el considerando precedente, resulta necesario designar al personal responsable de brindar información en el marco de la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública y responsable del Portal de Internet Institucional;

Con el visado de la Secretaría General y de la Oficina de Asesoría Jurídica; y

De conformidad con lo establecido en el Decreto Legislativo N° 1013, Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente; el Texto Único Ordenado de la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública, aprobado por Decreto Supremo N° 043-2003-PCM; y el Decreto Supremo N° 007-2008-MINAM que aprueba el Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente;

SE RESUELVE:

Artículo 1°.- Designar al abogado Hugo Milko Ortega Polar como Responsable de brindar la información pública del Ministerio del Ambiente y Responsable del contenido de la información ofrecida en el Portal de Internet Institucional, de conformidad con el Texto Único Ordenado de la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública, aprobado por Decreto Supremo N° 043-2003-PCM.

Artículo 2°.- Todos los órganos del Ministerio del Ambiente, bajo responsabilidad, deberán facilitar la información y/o documentación que les sea solicitada como consecuencia de lo dispuesto en el artículo precedente, dentro de los plazos establecidos en la normatividad vigente.

Artículo 3°.- Disponer que la presente Resolución se publique en el Diario Oficial El Peruano y en Portal de Internet del Ministerio del Ambiente.

Artículo 4°.- Notificar la presente Resolución a todos los órganos del Ministerio del Ambiente, al Órgano de Control Institucional y al responsable designado.

Regístrese, comuníquese y publíquese.

ANTONIO JOSÉ BRACK EGG
Ministro del Ambiente

469445-1

PLANOS:

- **PLANO DE UBICACIÓN: UNIVERSIDAD PERUANA UNION (UPEU).**
- **PLANO: CARACTERISTICAS DE LA LAGUNA “LA MANSION”.**
- **PLANO: PLANTA GENERAL DEL TRATAMIENTO ACTUAL DE LA LAGUNA “LA MANSION”.**



MAPA DEL PERÚ
Esc. 1/25

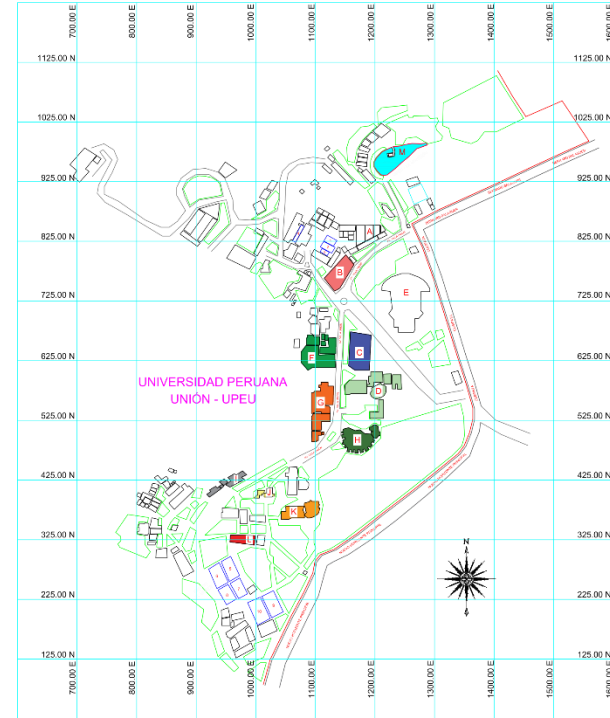


DISTRITO DE LURIGANCHO - CHOSICA
Esc. 1/25

UBICACIÓN - UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN	
PAIS:	PERÚ
DEPARTAMENTO:	LIMA
PROVINCIA:	LIMA
DISTRITO:	LURIGANCHO - CHOSICA

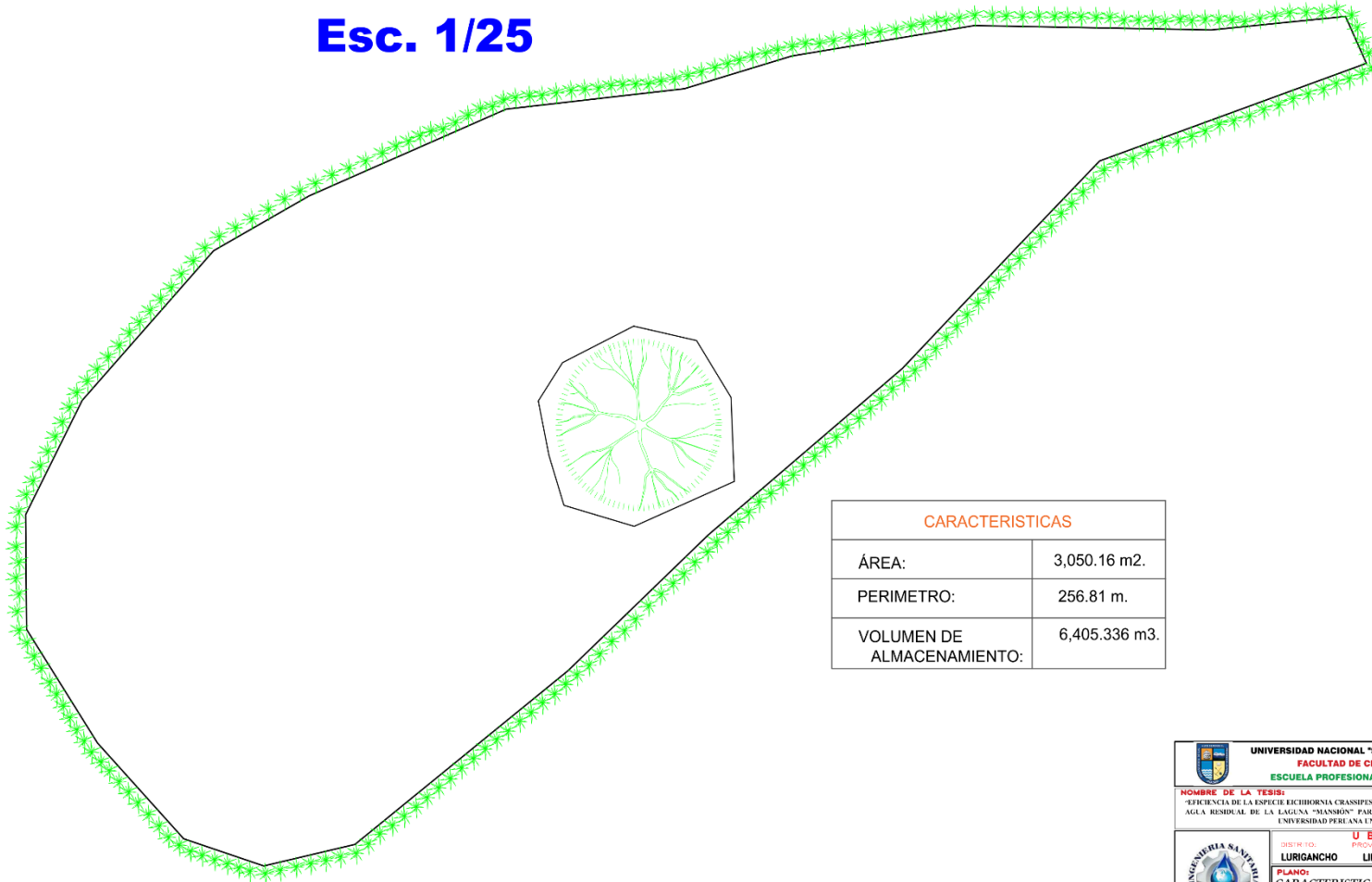
LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
[Yellow square]	A: COLEGIO UNIÓN DE ÑARA
[Red square]	B: CENTRO DE APRENDIZAJE E INVESTIGACIÓN
[Blue square]	C: CARPA MÓVIL UPEU
[Green square]	D: FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
[White square]	E: IGLESIA ADVENTISTA DEL SÉPTIMO DÍA
[Light green square]	F: PRODUCTOS UNIÓN
[Orange square]	G: EDITORIAL UNIÓN
[Dark green square]	H: CRAI UPEU
[Grey square]	I: COMEDOR UPEU
[Light yellow square]	J: CENTRO DE IDIOMAS UPEU
[Light blue square]	K: LABORATORIO 01 FCE - UPEU
[Red square]	L: CONSERVATORIO DE MÚSICA UPEU
[Light blue square]	M: LAGUNA MANSIÓN
[White square]	LÓTES
[Light green square]	ÁREAS VERDES
[Light blue square]	PISCINA
[Light blue square]	CAMPO DEPORTIVO

PLANO DE UBICACIÓN: UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
SEDE LIMA (UPEU)
Esc. 1/25



	UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO" FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA		
	NOMBRE DE LA TESIS: "EFICIENCIA DE LA ESPECIE EICHORNIA CRASSIPES - JACINTO DE AGUA EN EL TRATAMIENTO DEL AGUA RESIDUAL DE LA LAGUNA "MANSIÓN" PARA EL RIEGO DE LAS ÁREAS VERDES EN LA UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN, PERIODO - 2015"		
	UBICACIÓN DISTRITO: LURIGANCHO PROVINCIA: LIMA DEPARTAMENTO: LIMA REGION: LIMA		LAMINA: PU-01
	PLANO: UBICACIÓN DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LA UNION		
TESISISTA: BACH. CECILIA RUFINA GIRALDO BARBUDO		FECHA: ENERO 2020	
		ESCALA: INDICADA	

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA LAGUNA "LA MANSIÓN" Esc. 1/25

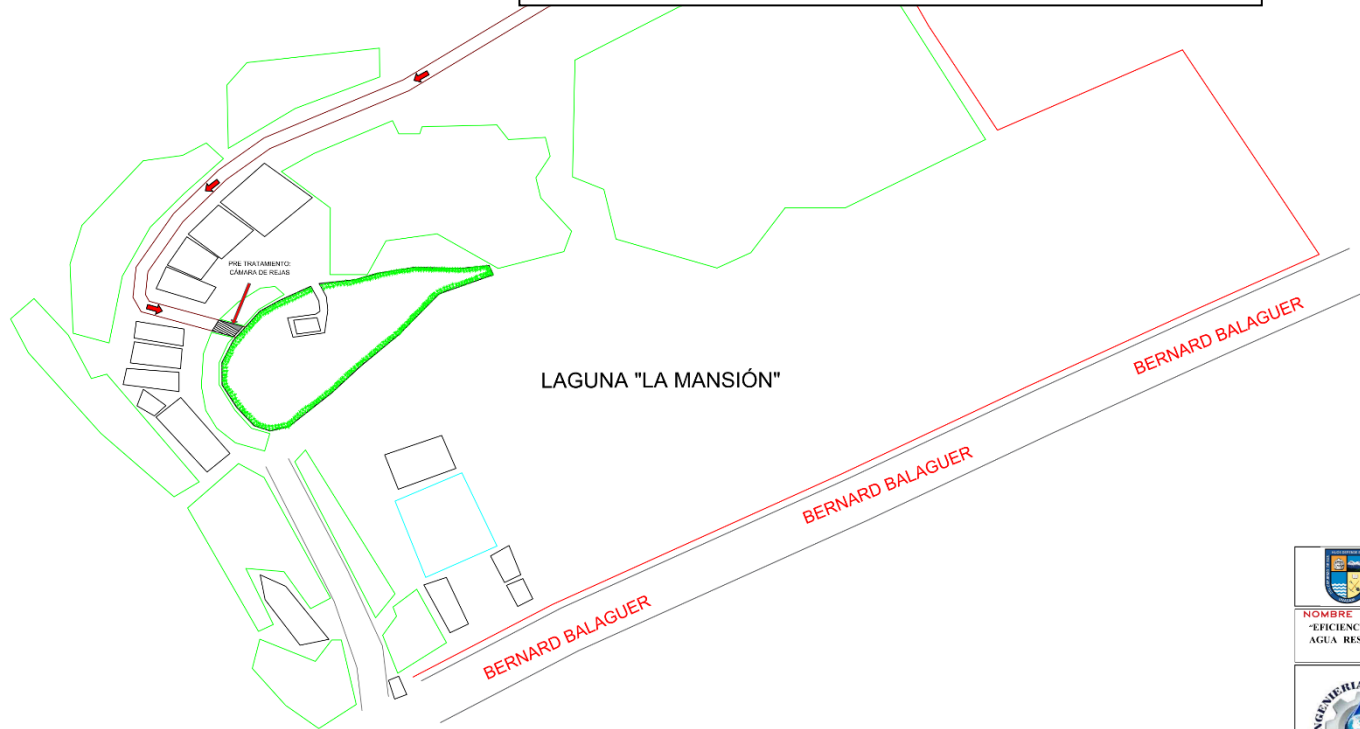


CARACTERISTICAS	
ÁREA:	3,050.16 m2.
PERIMETRO:	256.81 m.
VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO:	6,405.336 m3.

	UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYO" FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA		
	<small>NOMBRE DE LA TESIS:</small> EFICIENCIA DE LA ESPECIE ERECHORDORNIA CRASSIPES - JACINTO DE AGUA EN EL TRATAMIENTO DEL AGUA RESIDUAL DE LA LAGUNA "MANSIÓN" PARA EL RIEGO DE LAS ÁREAS VERDES EN LA UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN, PERIODO: 2015		
	UBICACIÓN <small>DISTRICTO: LURIGANCHO</small> <small>PROVINCIA: LIMA</small> <small>DEPARTAMENTO: LIMA</small> <small>REGION: LIMA</small>		LÁMINA: CL-01
	<small>PLANO:</small> CARACTERISTICAS DE LA LAGUNA "LA MANSION"		
<small>TESISTA:</small> BACH. CECILIA RUFINA GIRALDO BARBUDO		<small>FECHA:</small> ENERO 2020 <small>ESCALA:</small> INDICADA	

PLANTA GENERAL DEL TRATAMIENTO ACTUAL DE LA LAGUNA "LA MANSIÓN" Esc. 1/25

[Capte la atención de los lectores mediante una cita importante extraída del documento o utilice este espacio para resaltar un punto clave. Para colocar el cuadro de texto en cualquier lugar de la página, solo tiene que arrastrarlo.]



LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	ÁREAS VERDES
	LOTES
	PISCINA
	CERCO PERIMÉTRICO DE LA UPEU
	LAGUNA "LA MANSIÓN"
	PLANTA: EICHHORNIA CRASSIPES
	CÁMARA DE REJAS
	CANAL POR DONDE INGRESA EL AGUA

<p>UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO" FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA</p>			
<p>NOMBRE DE LA TESIS: "EFICIENCIA DE LA ESPECIE EICHHORNIA CRASSIPES - JACINTO DE AGUA EN EL TRATAMIENTO DEL AGUA RESIDUAL DE LA LAGUNA "MANSIÓN" PARA EL RIEGO DE LAS ÁREAS VERDES EN LA UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN, PERIODO - 2015"</p>			
<p>DISTRITO: LURIGANCHO</p>		<p>UBICACION PROVINCIA: LIMA DEPARTAMENTO: LIMA REGION: LIMA</p>	
<p>PLANO: PLANTA GENERAL DEL TRATAMIENTO ACTUAL DE LA LAGUNA "LA MANSION"</p>			<p>LAMINA: PG-01</p>
<p>TESISTA: BACH. CECILIA RUFINA GIRALDO BARBUDO</p>			<p>FECHA: 09/02/2020</p> <p>ESCALA: INDICADA</p>

ALTERNATIVA PROPUESTA: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA LAGUNA "LA MANSIÓN" (INSTALACIÓN DE UN PRE TRATAMIENTO).
Esc. 1/25

INGRESO DEL AGUA A LA LAGUNA MANSIÓN, PROVENIENTE DEL RÍO RIMAC A TRAVÉS DEL CANAL HUAMPANI.



LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	ÁREAS VERDES
	LOTES
	CERCO PERIMÉTRICO DE LA UPEU
	LAGUNA "LA MANSIÓN"
	PLANTA: EICHHORNIA CRASSIPES
	CANAL POR DONDE INGRESA EL AA.RR
	CÁMARA DE REJAS
	DESARENADOR
	CÁMARA DESENGRASADORA
	DECANTADOR - TANQUE SEDIMENTADOR

<p>UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO" FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA</p>			
<p>NOMBRE DE LA TESIS: "EFICIENCIA DE LA ESPECIE EICHHORNIA CRASSIPES - JACINTO DE AGUA EN EL TRATAMIENTO DEL AGUA RESIDUAL DE LA LAGUNA "MANSIÓN" PARA EL RIEGO DE LAS ÁREAS VERDES EN LA UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN, PERIODO - 2015"</p>			
<p>UBICACION</p> <p>DISTRITO: LURIGANCHO PROVINCIA: LIMA DEPARTAMENTO: LIMA REGION: LIMA</p>		<p>LAMINA: AP-01</p>	
<p>PLANO: ALTERNATIVA PROPUESTA: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA LAGUNA "LA MANSIÓN" UTILIZANDO EL EICHHORNIA CHASSIPES.</p>		<p>FECHA: ENE 2020</p>	
<p>TESISTA: BACH. CECILIA RUFINA GIRALDO BARBUDO</p>		<p>ESCALA: INDICADA</p>	