

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL



**DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE
AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES FACULTATIVA,
INCORPORANDO PLANTAS ACUÁTICAS: LECHUGA DE
AGUA (*pistia stratiotes*) Y JACINTO DE AGUA (*eichhornia
crassipes*) PARA EL DISTRITO DE ETEN, PROVINCIA DE
CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2019**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

**AUTOR
CLAUDIA VANESSA TORRES GARCIA**

**ASESOR
CARMEN CHILÓN MUÑOZ**
<https://orcid.org/0000-0002-7644-4201>

Chiclayo, 2021

**DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE
AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES FACULTATIVA,
INCORPORANDO PLANTAS ACUÁTICAS: LECHUGA DE
AGUA (*pistia stratiotes*) Y JACINTO DE AGUA (*eichhornia
crassipes*) PARA EL DISTRITO DE ETEN, PROVINCIA DE
CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2019**

**PRESENTADA POR:
CLAUDIA VANESSA TORRES GARCIA**

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO CIVIL AMBIENTAL

APROBADA POR:

Justo David Franco Pedraza
PRESIDENTE

Joaquín Hernán Rojas Oblitas
SECRETARIO

Carmen Chilón Muñoz
VOCAL

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mis padres quienes a pesar de las dificultades económicas siempre estuvieron apoyándome incansablemente desde el inicio de la carrera, a mis hermanos que siempre confiaron en mis capacidades y no dudaron en brindarme su apoyo. A las personas de mi entorno cercano y a mi novio Luis Fernando, quienes se preocuparon y me animaron a seguir para poder finalizar esta investigación.

Agradecimientos

Agradezco la realización de este trabajo primero a Dios por haberme guiado durante todo mi camino hasta este día, a mis asesores el ing. Joaquín Rojas Oblitas y el Ing. Carmen Chilón Muñoz, quienes durante las asesorías siempre mantuvieron la disciplina y la convicción de lograr este proyecto de investigación. Además, agradezco a mis padres por el apoyo incondicional y la confianza depositada en mí, a mis hermanos, tíos, primos que se vieron involucrados en el proceso y mostraron preocupación e interés por mis avances, así mismo agradezco a mis profesores, quienes de alguna manera me guiaron a presentar esta propuesta.

ÍNDICE

RESUMEN.....	12
ABSTRACT	13
INTRODUCCIÓN.....	14
MARCO TEÓRICO.....	18
Antecedentes del problema.....	18
Bases Teórico Científicas.....	24
OS.090 Aguas residuales – RNE (reglamento nacional de edificaciones).....	24
Decreto supremo N°003- 2010-MINAM.....	24
Manual De Fitodepuración, Filtros De Macrófitas En Flotación.....	29
MATERIALES Y MÉTODOS.....	36
Tipo y nivel de investigación.....	36
Diseño de investigación.....	36
Hipótesis.....	36
Diseño de contrastación de hipótesis.....	36
Población, muestra, muestreo.....	37
Criterios de selección.....	37
Operacionalización de variables.....	37
Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	40
Técnicas.....	40
Estudios físicos.....	40
Estudios químicos.....	40
Estudios microbiológicos.....	40
Técnicas de campo.....	40
Instrumentos.....	43
Procedimientos.....	44
Plan de procesamiento y análisis de datos.....	48
Matriz de consistencia.....	50
Consideraciones éticas.....	51
RESULTADOS.....	52
DISCUSIÓN.....	95
EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.....	99
Resumen Ejecutivo.....	99

Objetivo General de la EIA	99
Marco legal.....	100
Normatividad NACIONAL AMBIENTAL	100
Aguas.....	103
Patrimonio Cultural	103
Biodiversidad	104
Instrumentos E Incentivos Económica Y Tributarios Ambientales	106
Licenciamiento Y Autorizaciones	107
Residuos	108
Sanciones Y Delitos Ambientales	108
Salud.....	109
Suelos	109
Descripción Y Análisis Del Proyecto.....	110
Descripción del proyecto.....	110
Ubicación política y geográfica.....	110
Accesos.....	112
Características Técnicas	113
Descripción de las actividades del proyecto.....	113
Requerimiento de mano de obra.....	114
Cronograma de ejecución.....	114
Área de influencia del proyecto.....	115
Área de influencia directa.....	115
Área de influencia indirecta.	116
Línea base ambiental	116
Línea de base física (lbf)	117
Línea de base biológica (lbb)	122
Línea de base socioeconómica (lbs).....	126
Diagnóstico arqueológico.....	129
Identificación Y Evaluación De Pasivos Ambientales.....	130
Identificación Y Evaluación De Impactos Ambientales	131
Matriz de Leopold	131
Descripción de los impactos ambientales.....	132
Descripción de los factores ambientales	133
Descripción De Las Acciones Del Proyecto	135

Análisis de la matriz de identificación y evaluación de impactos ambientales.....	136
Descripción de los principales impactos en la etapa de construcción	139
Plan de Participación Ciudadana.....	140
Mecanismos de participación ciudadana tomados en cuenta:	140
Plan de Manejo Ambiental	141
Aspectos generales	141
Programa de medidas preventivas, mitigadoras y correctivas.	141
Subprograma de manejo de residuos sólidos, líquidos y efluentes	141
Subprograma de Salud Local	142
Programa De Asuntos Sociales.	143
Subprograma De Contratación De Mano De Obra Local.	144
Plan De Compensación Ambiental	144
Conclusiones Y Recomendaciones	145
Bibliografía.....	146
Anexos.....	147
CONCLUSIONES	148
RECOMENDACIONES	151
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	152
ANEXOS.....	154
ANEXO I: CARTA DE PRESENTACIÓN.....	154
ANEXO II: SOLICITUD DE PERMISO A EPSEL.....	155
ANEXO III: PAPELETA DE VISITA A EPSEL.....	156
ANEXO IV: SOLICITUD PARA ANÁLISIS DE MUESTRAS	157
ANEXO V: CARTA DE SOLICITUD PARA EJECUCIÓN DE TESIS	158
ANEXO VI: DOCUMENTO DE CONOCIMIENTO A GERENTE DE EPSEL.....	159
ANEXO VII: IMÁGENES.....	160
ANEXO VIII: FOTOGRAFÍAS	163
ANEXO IX: ENSAYOS	186
ANEXO X: PLANOS	225

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de ubicación de cultivo de las plantas acuáticas.	41
Figura 2: Ubicación geográfica del Distrito de Ciudad Eten.	42
Figura 3: Ubicación geográfica de la zona de estudio.....	42

LISTA DE IMÁGENES

Imagen N° 1: Ubicación Política y Geográfica del Área del Proyecto	111
Imagen N° 2: Vías de Acceso al área del proyecto.	112
Imagen N° 3: Área de Influencia directa.....	115
Imagen N° 4: Área de influencia indirecta.....	116
Imagen N° 5: Ubicación de la zona de proyecto.	117
Imagen N° 6: Geomorfología del Distrito de Ciudad Eten.	118
Imagen N° 7: Mapa del clima de Perú.....	119
Imagen N° 8: Caudal promedio diario del río Chancay – Lambayeque, registrado en la estación hidrológica Bocatoma Racarrumi.....	121
Imagen N° 9: Promedio de temperatura normal y precipitación de ciudad Eten, registrada en la Estación Reque.....	122
Imagen N° 10: Arbustos y aves como parte de la vegetación y fauna en la zona.	125
Imagen N° 11: Vista en planta de la vegetación en la zona de estudio.	125
Imagen N° 12: Mapa de comunidades campesinas de Lambayeque.....	127
Imagen N° 13: Localización del centro de salud que da servicio al distrito de Ciudad Eten.....	128
Imagen N° 14: Etapa de construcción de las lagunas de oxidación. Año 2012.	160
Imagen N° 15: Aspecto del agua rojiza debido a la sobrecarga orgánica, como resultado de las altas concentraciones de azufre. Laguna B. 2013.....	160
Imagen N° 16: Aspecto de un color café amarillento en las aguas, debido al crecimiento excesivo de crustáceos, además del incremento del pH y la presencia de malos olores. Año. 2014.....	161
Imagen N° 17: Aspecto de color verde lechoso en las aguas de la Laguna B, debido al aumento de la temperatura y pH. Año 2014.....	161
Imagen N° 18: Aspecto de color gris en las aguas de la Laguna B, debido a la sobrecarga y períodos de retención muy cortos, por lo que se puede alcanzar la oxidación de la carga orgánica. Año 2016.	162

Imagen N° 19: Aspecto del agua rojiza, debido a la sobrecarga orgánica, como resultado de las altas concentraciones de azufre. Laguna B. Año 2017. 162

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1: Operacionalización de variables. Variable independiente..... 38
Cuadro 2: Operacionalización de variables. Variable dependiente..... 39

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Límites máximos permisibles..... 24
Tabla 2: Límites máximos permisibles. Agua Tipo III. Parámetros Físico- químicos. 26
Tabla 3: Límites máximos permisibles. Agua tipo III. Parámetros inorgánicos. 27
Tabla 4: Límites máximos permisibles. Agua tipo III. Parámetros orgánicos. 28
Tabla 5: Límites máximos permisibles. Agua tipo III. Parámetros microbiológicos y parasitológicos..... 28
Tabla 6: Detalle de primer grupo de muestras de aguas residuales recolectadas. 45
Tabla 7: Detalle de segundo grupo de muestras de aguas residuales recolectadas. 46
Tabla 8: Detalle de tercer grupo de muestras de aguas residuales recolectadas. 47
Tabla 9: Detalle del cuarto grupo de muestras de aguas residuales recolectadas..... 47
Tabla 10: Detalle del quinto grupo de muestras de aguas residuales recolectadas. 47
Tabla 11: Informe de ensayo. Junio 2019. 52
Tabla 12: Porcentajes de remoción de las zanjas de oxidación..... 52
Tabla 13: Límites máximos permisibles de efluentes, según el Ministerio del Ambiente. 53
Tabla 14: Resultados de los análisis a las aguas residuales, provenientes de la laguna de control..... 57
Tabla 15: Resultados de los análisis de las aguas residuales, recolectadas del humedal con lechuga de agua a los 14 días..... 58
Tabla 16: Resultados de los análisis de las aguas residuales, recolectadas del humedal con Jacinto de agua a los 14 días..... 58
Tabla 17: Resultados de los análisis de las aguas residuales, recolectadas del humedal con lechuga de agua a los 19 días..... 58

Tabla 18: Resultados de los análisis de las aguas residuales, recolectadas del humedal con Jacinto de agua a los 19 días.....	59
Tabla 19: Resultados de los análisis de aguas residuales, recolectadas del humedal con lechuga de agua a los 23 días.	59
Tabla 20: Resultados de los análisis de aguas residuales, recolectadas del humedal con Jacinto de agua a los 23 días.....	59
Tabla 21: Resultados de los análisis de aguas residuales, recolectadas del humedal con lechuga de agua a los 27 días.	60
Tabla 22: Resultados de los análisis de aguas residuales, recolectadas del humedal con Jacinto de agua a los 27 días.....	60
Tabla 23: Resultados de los análisis de aguas residuales, recolectadas del humedal con lechuga de agua a los 33 días.	60
Tabla 24: Resultados de los análisis de aguas residuales, recolectadas del humedal con Jacinto de agua a los 33 días.....	61
Tabla 25: Resultados de los análisis de aguas residuales, recolectadas del humedal con lechuga de agua a los 37 días.	61
Tabla 26: Resultados de los análisis de aguas residuales, recolectadas del humedal con Jacinto de agua a los 37 días.....	61
Tabla 27: Variación del pH.	62
Tabla 28: Determinación de la Temperatura.	64
Tabla 29: Determinación de los Sólidos Suspendidos Totales.....	65
Tabla 30: Determinación del parámetro aceites y grasas.	67
Tabla 31: Determinación de la demanda bioquímica de oxígeno.	69
Tabla 32: Determinación de la demanda química de oxígeno.....	71
Tabla 33: Determinación de los coliformes fecales.	73
Tabla 34: Población al año de diseño.	75
Tabla 35: Temperatura por mes y promedio de temperatura del mes más frío.	75
Tabla 36: Dotación de agua por habitante por día.....	76
Tabla 37: Aportes per cápita de cada habitante:.....	77
Tabla 38: Variables para cálculo de eficiencia de remoción de patógenos.	82
Tabla 39: Población censada, por área urbana y rural; sexo, según provincia, distrito y edades simples.	126
Tabla 40: Tabla de comunidades nativas del departamento de Lambayeque.....	127
Tabla 41: Valorización de los impactos en el eje horizontal (factores).....	137

Tabla 42: Valorización de los impactos en el eje vertical (acciones).....	138
Tabla 42: Valorización de los impactos en el eje vertical (acciones).....	138

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Comparación de datos de Norma OS. 0.90 y ensayo EPSEL. SST.	53
Gráfico 2: Comparación de datos de Norma OS. 0.90 y ensayo EPSEL. DBO.....	54
Gráfico 3: Comparación de datos DS-MINAM y ensayo EPSEL para coliformes fecales.....	55
Gráfico 4: Comparación DS- MINAM y ensayo EPSEL. DQO.....	55
Gráfico 5: Comparación DS- MINAM y ensayo EPSEL para aceites y grasas.	56
Gráfico 6: Variación del pH de los humedales con las plantas acuáticas, en función del tiempo.....	62
Gráfico 7: Comparación de la temperatura de los humedales con las plantas acuáticas, en función del tiempo.	64
Gráfico 8: Comparación de sólidos suspendidos totales de los humedales que contienen las plantas acuáticas, en función del tiempo.	65
Gráfico 9: Comparación de los aceites y grasas de los humedales con las plantas acuáticas en, función del tiempo.	67
Gráfico 10: Comparación de la demanda bioquímica de oxígeno de los humedales con las plantas acuáticas, en función del tiempo.....	69
Gráfico 11: Comparación de la demanda química de oxígeno de los humedales con las plantas acuáticas, en función del tiempo.	71
Gráfico 12: Comparación de los coliformes fecales de los humedales con plantas acuáticas, en función del tiempo.	73

RESUMEN

El presente tesis, busca evaluar la capacidad de remoción de los que se encuentran en las aguas residuales municipales de las lagunas de estabilización del distrito de Eten, mediante el uso de plantas acuáticas, que, a través del diseño y ejecución de dos humedales artificiales ubicados en la parte posterior de las lagunas precedentes y mediante derivación albergarán las aguas extraídas, ya que según información recaudada la misma no está cumpliendo la función para la cual fue diseñada y puesta en servicio desde el año 2012, provocando malestar en la población aledaña a la misma, debido a que las aguas son vertidas a sus campos de cultivo y ganadería sin haber recibido el tratamiento previo. Se realizaron los estudios fisicoquímicos y bacteriológicos de las aguas de la laguna, para obtener datos aproximados de las cantidades de aportes per cápita y posteriormente verificar si los mismos han cumplido con los parámetros del D.S N°003-2010 – MINAM, en el que se indican que los efluentes de las PTAR de aguas residuales domésticas y municipales deben considerar límites máximos permisibles, con el fin de que éstos tengan una disposición final adecuada sin generar un impacto negativo. Se cuenta como población a los propietarios de las zonas de cultivos cercanas a la laguna y como muestra a la laguna de estabilización.

Palabras clave: macrófitas, humedales, aguas residuales, RNE, MINAM, PTAR.

ABSTRACT

This thesis seeks to evaluate the removal capacity of the per capita found in municipal wastewater from the stabilization lagoons of the Eten district, through the use of aquatic plants, which, through the design and implementation of two wetlands The artificial waters located at the back of the preceding lagoons and by diversion will house the extracted waters, since according to the information collected, it is not fulfilling the function for which it was designed and put into service since 2012, causing discomfort in the surrounding population to the same, because the waters are discharged to their fields of cultivation and livestock without having received previous treatment. The physicochemical and bacteriological studies of the waters of the lagoon were carried out, to obtain approximate data of the amounts of per capita contributions and later verify if they have complied with the parameters of Supreme Decree No. 003-2010 - MINAM, which indicate that the effluents from the domestic and municipal wastewater WWTPs should consider maximum permissible limits, so that they have an adequate final disposal without generating a negative impact. The owners of the crop areas near the lagoon are counted as a population and the stabilization lagoon as a sample.

Keywords: macrophytes, wetlands, wastewater, RNE, MINAM, WWTP.

INTRODUCCIÓN

El tema de saneamiento es un servicio al que accede el mayor porcentaje de la población, debido a su importancia en la evacuación de los residuos líquidos de domicilios, industrias de toda índole y actividades de producción, pero en América Latina este servicio aún es restringido ya que solo el 15% del total del caudal que se capta del sistema es tratado y el resto, es vertido a cuerpos receptores sin previo tratamiento. [1]

A esto se suma la falta de abastecimiento de agua que ciertas zonas no poseen, lo que en consecuencia desata un foco de contaminación que provoca enfermedades estomacales en la población, como la disentería, el cólera, entre otras, lo que sugiere un plan de tratamiento de aguas residuales debido a los resultantes de las actividades domésticas, industriales o agrícolas que abarcan a estas poblaciones. [2] Actualmente la mortandad de niños en el mundo aumenta debido a la falta de acceso al servicio de agua potable y saneamiento, como consecuencia del vertimiento de las aguas residuales a fuentes de agua superficiales y cursos fluviales, que sirven para abastecer a cientos de poblaciones, así como recurso para sus actividades diarias y fuente de sus ingresos económicos. En nuestro país, las aguas residuales domésticas e industriales no consiguen una política de diseño en el cual pasen por un sistema de tratamiento antes de ser vertidas descontroladamente, lo que nos hace vulnerables, ya que es un problema que aún no se supera. El Perú cuenta con 143 PTAR, es decir plantas de tratamiento de aguas residuales que han significado una alternativa que engloba un plan integral de saneamiento y alcantarillado, como lo mencionado anteriormente, que va desde la recolección de estas aguas hasta la infraestructura encargada de su tratamiento y que concluye con una disposición final adecuada, considerando primero que en la mayoría de ciudades por la falta de inversión aún no se ha conseguido plantear la ejecución de esta tecnología, caso contrario está el de las ciudades que poseen dicha infraestructura para la depuración de sus aguas y tal como lo revela la SUNNAS , solo el 29,1% de estas, ingresa a una PTAR pero que en muchos casos la deficiente operación y falta de mantenimiento, no sólo provoca estragos en la salud de la población, sino que eventualmente aumenta la contaminación ambiental en lugar de reducirla. [3]

Según un último informe denominado: Diagnóstico situacional de las aguas residuales en las EPS del Perú realizado por la misma en 2017, clasifica a las PTAR por su estado de operación u inoperatividad y por el estado de mantenimiento con el que cuentan, concluyendo así que ; 16 PTAR que representan el 11% del total de las mismas están inoperativas, el 8% de ellas sin lagunaje contando con un estado operativo que representan 11 PTAR y 116 que representan el 81% del total son PTAR con lagunaje encontrándose también en estado de operación. Mientras que de las PTAR que recibe mantenimiento, se encuentra que 34 de ellas están arenadas y con exceso de lodo y reciben mantenimiento representando así el 29% del total de lagunas, 7 PTAR con macrófitas y maleza representan el 6%, 10 PTAR arenadas, con exceso de lodo, macrófitas y maleza son el 9%, 36 PTAR sin arenas, exceso de lodos, macrófitas ni maleza representan el 31% y PTAR sin información de su estado equivalen al 25% del total, lo que llama la atención debido a que los cuerpos receptores de éstas aguas podrían estar siendo alterados en ciertos niveles, provocando un impacto que podría volverlos irrecuperables o irreversibles. [3]

Es entonces que resulta útil la buena operación y el funcionamiento óptimo de una PTAR, que no sólo comprende la responsabilidad del diseño a ejecutar sino también la responsabilidad de la entidad encargada de su preservación a largo plazo, adoptando su vida útil a la generación de impactos positivos en el medio ambiente y la salud de las poblaciones. [3]

En nuestra región se encuentran ejecutados sistemas de tratamiento de aguas residuales que llevan a cabo procesos biológicos con la finalidad de mejorar la calidad de las mismas para su posterior disposición a cuerpos receptores, estos sistemas son denominados Lagunas de estabilización. Éstas lagunas se ubican en 3 distritos de Lambayeque como: San José, Santa Rosa y Ciudad Eten, el proyecto se encuentra enfocado a esta última la cual se ubica al sur de la región, a 5 m.s.n.m aproximadamente, con un área de 84,78 km², cuenta con un clima fresco y húmedo durante el verano y temperado en el invierno; entre su flora natural posee especies como sauce, pájaro bobo, hinea, grama salada, carrizos y totora y una población de 11,993 habitantes, sin embargo su sistema de alcantarillado que alberga un plan de recojo de residuos líquidos y que los mismos son trasladados hacia unas lagunas de estabilización, ambas con

un ancho de 104,65 m, lado más largo de 157m y una profundidad de 1,30m, ubicadas a 350 m de la ciudad que reciben un caudal de 12,4 lps en el caso de la primera laguna, mientras que la otra un caudal de 12,5 lps, presentando además un exceso de dicho caudal debido a que los pobladores han restringido el paso de las aguas colocando piedras de gran tamaño en uno de los afluentes, lo que da como resultado que éste exceso de carga genere malos olores, producto de la descomposición anaerobia de las aguas residuales. A pesar del objetivo primordial que es el reuso de éstas aguas para otras actividades, se considera que éstas no están siendo tratadas debidamente por el sistema empleado, ya que cuentan con juncos y pastizales que no están cumpliendo la función de depuración de éstas aguas y son vertidas hacia los campos de cultivo aledaños, que según información de la Dirección Regional del Ministerio de agricultura, los cultivos más producidos son: maíz, choclo, arveja, camote, alfalfa y tomate; considerando que los rendimientos mayores por hectárea, son el cultivo de alfalfa, maíz chala y choclo, todo esto teniendo en cuenta que existen microorganismos presentes en esas agua que considerados patógenos causantes de enfermedades. [4]

Los pobladores del distrito, quienes poseen zonas de cultivo y ganadería, cerca de dichas lagunas, han visto viable el alimento para sus ganados gracias al crecimiento de pasto alrededor de las mismas y al abastecimiento de agua para los animales que poseen, ya que en medio de las lagunas los mismos pobladores han abierto una brecha en forma de “L” para que sus ganados puedan consumirla, esto como consecuencia de la falta de cerco de seguridad que no se ejecutó, causando alerta a la población en general debido a que los cultivos vienen siendo regados con éstas aguas sin el tratamiento adecuado.

Es por ello que el proyecto se justifica en lo siguiente:

Desde el punto de vista técnico, se aplica la norma OS 0.90 del Reglamento Nacional de edificaciones, para verificar si la laguna cumple con los requerimientos establecidos por la misma, mediante previa caracterización de los aportes per cápita como: DBO 5 días (g/hab.d), Sólidos en suspensión (g/hab.d), NH₃ –N como N (g/hab.d), fósforo total (g/hab.d), coliformes fecales (N° de bacterias/ hab.d), Salmonella Sp.(N° de bacterias/ hab.d) y Nematodos intes.(N°

de bacterias/ hab.d), proponiendo al finalizar una alternativa que garantice una eficiente depuración de las aguas residuales. [5]

Desde el punto de vista social con el desarrollo de este proyecto los pobladores (agricultores) aledaños a la laguna y sus respectivos campos de siembra, serán los más favorecidos porque sus ganados no consumirán las aguas vertidas sin previo tratamiento como lo hacen actualmente, sino que además, sus cultivos recibirán el agua previamente tratada, lo que sugiere un impacto positivo puesto que se encontrarían niveles bajos de aportes per cápita en éstos y puedan ser consumidos sin temor alguno a sufrir de alguna enfermedad gastrointestinal.

Desde el punto de vista económico, los tratamientos biológicos permiten tratar o fitodepurar las aguas residuales sin mayores gastos de implementación, operación y mantenimiento, ya que las plantas acuáticas mencionadas pueden ser adquiridas en pequeñas cantidades y durante las temporadas de calor, su reproducción sería más rápida, logrando así que se lleve a cabo el proceso biológico y por consiguiente la depuración de las aguas.

MARCO TEÓRICO

Antecedentes del problema

Pérez Lahiguera, José Antonio. 2014. Aplicación de macrófitos acuáticos en el tratamiento de aguas residuales urbanas y sus subproductos mediante humedales artificiales en clima mediterráneo. Tesis Doctoral. Departamento de Ecología. Facultad de Ciencias. Universidad de Alicante. Universitat d'Alacant.

La presente tesis de doctorado tuvo como objetivo aportar contenido que permita mejorar los sistemas de depuración de determinados subproductos de la sociedad, en escenarios locales concretos de la provincia Alicante, aplicando tecnologías no convencionales, como la inserción de macrófitas a las E.D.A.R. para un mejor tratamiento de sus aguas, promoviendo que éstas puedan tener una disposición final adecuada, con el objetivo que asegurar la preservación de hábitats y la biodiversidad de los cuerpos receptores de las mismas.

García 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 domésticas. Tesis de Pregrado. Escuela Académica Profesional de Ingeniería Ambiental. Facultad de Ingeniería Ambiental. Universidad Nacional de Ingeniería.

Al sur del país, específicamente en Lima se llevó a cabo la tesis de investigación en donde se hacía la comparación y evaluación de tres plantas acuáticas, dentro de las cuales se encontró al Jacinto de Agua, planta que será estudiada en la presente investigación; la metodología empleada en este caso fue similar a la usada en la región Cajamarca con estanques de vidrio, los cuales sirvieron como fuente de cultivo de las plantas escogidas durante los meses de Julio, Agosto, Septiembre, Octubre y Noviembre, en donde la temperatura promedio bordeaba los 30°C y el tiempo de muestreo era de 7 días, de donde se obtuvieron los siguientes resultados: un porcentaje de remoción de DBO5 del 93.05%, un 73% de remoción de oxígeno disuelto, además el resultante fue de 8.6, el cual es un indicador de que el agua residual es base pH y podría volver salado la fuente que serviría como disposición final, además de dar como resultado en remoción de turbidez del agua un 65% y como último parámetro se estudió al fósforo total obteniendo como resultado de remoción un porcentaje de

94.22%, concluyendo que el Jacinto de Agua remueve más de los valores admisibles que exige el decreto del Ministerio del Ambiente.

Vargas Torres, Katty Lizeth. 2015. Evaluación de Eichhornia crassipes y Lemna minor en la remoción de parámetros de las aguas residuales domésticas de la quebrada Azungue de la ciudad de Moyobamba. Tesis de Pregrado. Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria. Facultad de Ecología. Universidad Nacional de San Martín- Tarapoto.

En el departamento de San Martín, en la provincia de Moyobamba se planteó una investigación enfocada en la evaluación del Jacinto de agua (eichhornia crassipes) y lenteja de agua (lemna minor) para la remoción de contaminantes presentes en las aguas residuales de la quebrada azungue, en donde se señalaba que los meses que abarcaba la investigación fueron octubre, noviembre y diciembre, meses en los cuales la temperatura promedio fue de 24°C. Para esta investigación el estudiante empleó estanques o reactores de vidrios de medidas específicas en los que insertaría el agua residual de la quebrada junto a las plantas mencionadas, este proceso tuvo una frecuencia de monitoreo de 15 días, es decir, cada 15 días se extraían muestras de cada estanque para los análisis de los parámetros correspondientes, obteniéndose así los siguientes resultados para el jacinto de agua: un porcentaje de remoción de DBO de 62.65%, un 57.50% de remoción de sólidos suspendidos, un pH de 7.23 considerándose un agua residual casi neutra, seguido de un porcentaje de 68% de remoción de turbidez y finalmente un 63.51% de remoción de coliformes totales.

Coronel Castro, Elver. 2015. Eficiencia del Jacinto de agua (eichhornia crassipes) y lenteja de agua (lemna minor) en el tratamiento de las aguas residuales de la universidad Santo Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. Tesis de Pregrado. Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental. Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza.

Como siguiente fuente tenemos a la tesis de investigación desarrollada en la región de Amazonas, específicamente en Chachapoyas la cual se denomina: “Eficiencia del Jacinto de Agua y Lenteja de agua en el tratamiento de aguas

residuales de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, 2015”; esta investigación usó al Jacinto de agua como una de las plantas de depuración durante los meses de septiembre y octubre, meses en los cuales la temperatura promedio fue de 18° aproximadamente, la metodología que se llevó a cabo en esta investigación fue a partir del uso de reactores de vidrio o estanques de vidrio donde el tiempo de muestreo considerado fue de 10 días obteniéndose así los siguientes resultados: un porcentaje de 95.5% de remoción de Demanda biológica de oxígeno, además de remover un 89.3% de DBO5, el resultado de remoción de Demanda química de oxígeno fue de 93.09% por encima de los límites permisibles, siguiendo así con el oxígeno disuelto el cuál se removía por cada litro 6.75 mg. El pH resultante sugiere un estado casi neutro ya que el valor obtenido fue de 7.19, en el caso de la remoción de turbidez se obtuvo un porcentaje de 93.20%, para el caso de metales presentes en las aguas residuales ensayadas se obtuvo un porcentaje de remoción de 86.54% para Nitrato, un 94.17% de remoción de Nitrito, un 89.93% de remoción de amonio, 93.70% y 92.93 % de remoción de fosfato y sulfato respectivamente, un 85.69% de remoción de cloruros, un 99.96 % de remoción de nitrógeno amoniacal y a su vez y como parámetro de mayor implicancia para la depuración de contaminantes se obtuvo el 99.0% de remoción de coliformes fecales así como de E coli. Que, como se ha expuesto anteriormente son indicadores de contaminación con alto riesgo para la salud de la población.

Saavedra Castillo, Boris. 2017. Aplicación de macrofitas en flotación como ayuda en el tratamiento de aguas residuales en la laguna UDEP. Tesis de Pregrado. Escuela Profesional de Ingeniería Industrial y de Sistemas. Departamento de Ingeniería Mecánico- Eléctrica. Facultad de Ingeniería. Universidad de Piura.

En el área de estudio que abarca la Universidad de Piura se realizó la investigación con el uso de macrófitas en flotación como ayuda en el tratamiento de las aguas residuales propias de la laguna de la misma universidad. Esta investigación señala el uso de eichhornia crassipes (Jacinto de agua) mediante la aplicación de humedales artificiales, realizados con la finalidad de demostrar la capacidad de remoción de la misma durante los meses de agosto, septiembre,

octubre, noviembre, enero y febrero y en donde la temperatura era aproximadamente 25°C. Durante este tiempo se calculó un tiempo de retención hidráulico, es decir el intervalo dentro del cual se obtendrían las muestras respectivas del agua que fue de 15 días, resultando así los siguientes valores en porcentaje de remoción para cada parámetro estudiado respectivamente; por ejemplo, para DBO5 se obtuvo un 65.18% de remoción, para DQO se obtuvo un 57.18% de remoción mientras que el porcentaje de remoción de sólidos suspendidos fue de 72.78%, además de obtenerse un pH de 7.36 lo que indica que el agua puede ser casi neutra al finalizar la investigación, siguiendo con los parámetros de nitrógeno total y fósforo total se obtuvo un 30.56% y 6.18% de remoción respectivamente y finalmente un 95.52% de remoción de coliformes fecales que indican que el agua puede ser usada para riego sin que estos alteren o afecte el sembrío de los posibles alimentos que serán consumidos y por lo tanto no habría afectación a la salud de los consumidores.

Castillo Rojas, Eisner Will .2017. Eficiencia de Lemna sp y Eichhornia crassipes, en la remoción de nutrientes del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales en Celendín. Tesis de Pregrado. Escuela Académica Profesional de Ingeniería Ambiental. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cajamarca

La primera investigación fue realizada en la región Cajamarca, en los años 2017 e inicio del 2018 durante los meses de diciembre, enero, febrero y marzo, meses en los cuales la temperatura fue de 13.7° grados centígrados; en la presente se hizo uso de las plantas acuáticas Jacinto de Agua (eichhornia crassipes) y Berro (nasturtium officinale w.t. aiton – brassicaceae), mediante una metodología que constaba de tanques de distribución y reactores de vidrio en los cuales se colocaron las aguas residuales provenientes del efluente de la planta de tratamiento del distrito de Celendín. Además, se menciona que se llevó a cabo un monitoreo de casi 7 días durante los 4 meses, en donde se realizaron pruebas para evaluar los parámetros que exige el Ministerio del Ambiente, teniendo en cuenta también la disposición final que tendrán las aguas residuales luego del tratamiento que reciban. Los resultados que se obtuvieron representan cuán eficaces son las plantas para tratar las aguas en donde fueron cultivadas, por

ejemplo, la capacidad de remoción de contaminantes del Jacinto de Agua en porcentajes y según los parámetros fueron los siguientes: en DBO5 de un 85.5%, un 84.33% de depuración de DQO, la cantidad de sólidos suspendidos por litro fue de 184.3 mg, mientras que el porcentaje de Oxígeno disuelto fue de 30.61%, el pH obtenido fue de 7.5 lo que indica que el agua es casi neutra y no tendría ningún impacto negativo en la disposición final de las aguas.

Quispe Benavides, Katia Lisbeth; Ayala Amaringo, Marisol Kelly. 2018. Utilización de la Eichhornia crassipes y Lemna minor en la remoción de nitrógeno y fósforo, de las aguas residuales de la laguna de oxidación de la empresa EMAPACOP SA- UCAYALI. Tesis de Pregrado. Carrera profesional de Ingeniería Ambiental. Facultad de Ciencias forestales y ambientales. Universidad Nacional de Ucayali.

Como siguiente antecedente se obtuvo la investigación realizada en la ciudad de Pucallpa en donde se hizo uso de las plantas acuáticas jacinto de agua y lenteja de agua para la remoción de dos parámetros en específico como Nitrógeno y Fósforo presentes en las aguas residuales de la empresa prestadora de servicio EMACOP del departamento de Ucayali, en donde la temperatura promedio durante los meses investigación que fueron de septiembre, octubre, noviembre y diciembre era de 26° C aproximadamente. Para esto mediante un cálculo previo se consideró la frecuencia de monitoreo de 5 días en donde se realizaron la obtención de muestras correspondientes para su posterior análisis, haciendo uso además de estanques de vidrio y en donde los valores resultantes para el jacinto de agua que es planta fundamental en la presente tesis; fueron de 70% y 80% para la remoción de nitrógeno y fósforo respectivamente, demostrando así cuán capaces fueron las plantas mencionadas para la depuración los metales mencionados.

Solano Carrión, Anyela Liley. 2019. Comparación de la eficiencia de Pistia stratiotes y Azolla filliculoides para mejorar la calidad del agua residual del dren 4000. Tesis de Pregrado. Carrera profesional de Ingeniería Ambiental. Facultad de Ingeniería. Universidad César Vallejo.

Como antecedente final se obtuvo la investigación realizada en la región Lambayeque específicamente en la ciudad de Chiclayo, en donde el estudiante

hizo una comparación de la eficiencia de la lechuga de agua y la flor de pato para demostrar su capacidad depuradora de contaminantes presentes en las aguas residuales de la del dren 4000. Los meses que duró la investigación y en donde la metodología aplicada fue mediante el uso de estanques de vidrio tuvo como frecuencia de muestreo 7 días y una temperatura aproximada de 23°C. Para los meses de octubre y noviembre que consistieron como meses de investigación, se obtuvieron los resultados de la capacidad de remoción de contaminantes de la lechuga de agua que será usada en la presente tesis, como son: un 83.03% de remoción de DBO5, un 78.40% de remoción para DQO, el pH resultante fue de 8.14 lo que significa que el agua se comportará como base dentro del medio que funcione como su disposición final y como último parámetro se obtuvo una remoción de turbidez del 98.92%.

Bases Teórico Científicas

OS.090 Aguas residuales – RNE (reglamento nacional de edificaciones)

Este capítulo indica las consideraciones a tener en cuenta para el diseño de sistemas o tecnologías que realicen el tratamiento de las aguas residuales procedentes de las actividades industriales, domésticas, agrícolas e incluso drenaje pluvial. Cabe mencionar que el diseño de cada sistema es único y debe poseer las características y parámetros establecidos para su buen funcionamiento una vez éste haya sido ejecutado y puesto en servicio. Para el caso de lagunas facultativas, que son el tipo de sistema a utilizar en la presente investigación y la misma que denota una serie de fórmulas y pautas para su diseño, serán empleadas para el cálculo de las medidas de fondo y superficiales que exige la presente norma, asumiendo que son las medidas que tendría esta tecnología si se considera el presente trabajo como antecedente para su ejecución y puesta en marcha.

Decreto supremo N°003- 2010-MINAM

El decreto supremo publicado el 17 de marzo de 2010 por el Ministerio del Ambiente, en donde se aprueban los Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales, detalla de manera objetiva y concisa las consideraciones y normas a tener en cuenta en el proceso de disposición final de las aguas residuales provenientes de los sistemas o metodologías empleados en la depuración de los contaminantes presentes en las mismas, para ello proporciona la siguiente tabla:

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

Tabla 1: Límites máximos permisibles
Fuente: MINAM.

Añadido a lo anterior, el Ministerio del Ambiente en 2008 y mediante el Decreto Supremo N°002, propone la clasificación del agua dependiendo del tipo de uso que tendrán. Describiéndose así lo siguiente:

- Agua tipo I: Aguas de abastecimiento doméstico con simple desinfección.
- Agua tipo II: Aguas de abastecimiento doméstico con tratamiento equivalente a procesos combinados de mezcla y coagulación, sedimentación, filtración y cloración aprobados por el Ministerio de Salud.
- Agua tipo III: Aguas para riego de vegetales de consumo crudo y bebida de animales.
- Agua tipo IV: Aguas de zonas recreativas de contacto primario (baños y similares)
- Agua tipo V: Aguas de zonas de pesca de mariscos bivalvos.
- Agua tipo VI: Aguas de zonas de preservación de fauna acuática y pesca recreativa o comercial.

Además de clasificar el agua en cinco grupos diferentes, el Ministerio del ambiente considera ciertos límites máximos permisibles para los parámetros Coliformes fecales y DBO 5 para cada tipo de agua, y considerando el tipo de agua III en este caso por las áreas agrícolas y ganaderas existentes a los alrededores de las lagunas de oxidación, se muestran las siguientes tablas:

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido ©	Agua para riego restringido	Bebida de animales
FÍSICOS - QUÍMICOS				
Aceites y Grasas	mg/L	5		10
Bicarbonatos	mg/L	518		**
Cianuro Wad	mg/L	0,1		0,1
Cloruros	mg/L	500		**
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	100 (a)		100 (a)
Conductividad	(μ S/cm)	2500		5000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	15		15
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	40		40
Detergentes (SAAM)	mg/L	0,2		0,5
Fenoles	mg/L	0,002		0,01
Fluoruros	mg/L	1		**
Nitratos (NO ₃ -N)+	mg/L	100		100
Nitritos (NO ₂ -N)	mg/L	10		10
Oxígeno disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 4		≥ 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5-8,5		6,5-8,4
Sulfatos	mg/L	1000		1000
Temperatura	°C	$\Delta 3$		$\Delta 3$

Tabla 2: Límites máximos permisibles. Agua Tipo III. Parámetros Físico- químicos.
Fuente: MINAM.

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido ©	Agua para riego restringido	Bebida de animales
INORGÁNICOS				
Aluminio	mg/L	5		5
Arsénico	mg/L	0,1		0,2
Bario	mg/L	0,7		**
Berilio	mg/L	0,1		0,1
Boro	mg/L	1		5
Cadmio	mg/L	0,01		0,05
Cobre	mg/L	0,2		0,5
Cobalto	mg/L	0,05		1
Cromo total	mg/L	0,1		1
Hierro	mg/L	5		**
Litio	mg/L	2,5		2,5
Magnesio	mg/L	**		250
Manganeso	mg/L	0,2		0,2
Mercurio	mg/L	0,001		0,01
Niquel	mg/L	0,2		1
Plomo	mg/L	0,05		0,05
Selenio	mg/L	0,02		0,05

Tabla 3: Límites máximos permisibles. Agua tipo III. Parámetros inorgánicos.

Fuente: MINAM

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido ©	Agua para riego restringido	Bebida de animales
ORGÁNICO				
Bifenilos Policlorados				
Bifenilos Policlorados (PCB)	µg/L	0,04		0,045
PLAGUICIDAS				
Paratión	µg/L	35		35
Organoclorados				
Aldrín	µg/L	0,004		0,07
Clordano	µg/L	0,006		7
Dicloro Difenil Tricloroetano (DDT)	µg/L	0,001		30
Dieldrín	µg/L	0,5		0,5
Endosulfán	µg/L	0,01		0,01
Endrin	µg/L	0,004		0,2
Heptacloro y Heptacloro Epóxido	µg/L	0,01		0,03
Lindano	µg/L	4		4
Carbamato				
Aldibard	µg/L	1		11

Tabla 4: Límites máximos permisibles. Agua tipo III. Parámetros orgánicos.

Fuente: MINAM.

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido ©	Agua para riego restringido	Bebida de animales
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO				
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1000	2000	1000
Escherichia coli	NMP/100 ml	1000	**	**
Huevos de Helminfos	Huevo/L	1	1	**

Tabla 5: Límites máximos permisibles. Agua tipo III. Parámetros microbiológicos y parasitológicos.

Fuente: MINAM.

Manual De Fitodepuración, Filtros De Macrófitas En Flotación

Este manual inicia definiendo a los humedales artificiales como sistemas de depuración que se constituyen de plantas superiores o (macrofitas) que son insertadas en lagunas, tanques o canales de mediana profundidad, específicamente 1 m. Considerando que el aporte de oxígeno de las plantas por medio de sus raíces, hacia las aguas a depurar, o mediante fotosíntesis, es una característica imprescindible ya que, mediante éste proceso biológico se logran eliminar algunos contaminantes además de provocar el crecimiento de bacterias nitrificantes y estimular la degradación de materia orgánica.

Además, señala algunas ventajas generales de los sistemas de depuración que usan plantas acuáticas:

- Sistemas que interactúan de manera respetuosa e integral con el medio ambiente, constituyendo cualidades importantes como la eliminación de materia orgánica, agentes patógenos y sólidos en suspensión.
- El costo de instalación es muy inferior al costo de un sistema de depuración convencional.
- El mantenimiento no genera un costo debido al nulo consumo de energía que éste requiere.

Así mismo el manual clasifica los sistemas de acuerdo a la especie de plantas acuáticas que albergará, entonces se tiene:

- **Sistemas con especies flotantes:** Se consideran a aquellos estanques o canales con una profundidad que oscila entre los 40 y 150 cm, en los que llegan afluentes de aguas residuales, que ha recibido probablemente un pre – tratamiento y en los que se han desarrollado plantas que flotan de manera natural, como por ejemplo el Jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) o Lenteja de agua (*Lemna minor*).
- **Sistemas con especies sumergidas:** Son los estanques que comprenden helechos, musgos, carófitas y angiospermas. Estas plantas se desarrollan mejor en zonas en donde la luz ingresa directamente, excluyendo solo a las angiospermas que sólo viven hasta los 10 m de profundidad aproximadamente.

- **Sistemas con especies enraizadas emergentes:** Se consideran a los estanques anegados permanente o temporalmente y que usan plantas que se reproducen en la superficie con ayuda de oxígeno.

Entonces a partir del conocimiento de los sistemas con las especies de plantas presentes en los ecosistemas acuáticos, este manual expone su definición como macrófitas, que, desde el punto de vista botánico, aplica a cualquier vegetal que es visible a simple vista (herbáceas, arbustos, árboles), en oposición al término microfita, utilizado genéricamente para vegetales que no son visibles sin la ayuda de lentes ópticas (algas microscópicas).

Para el uso de estas plantas en la fitodepuración es necesario conocer algunas de las funciones de las mismas en el medio en el que actuarán, por ejemplo:

- **Desbaste:** Retiene todos los sólidos gruesos arrastrados por el agua residual.
- **Barrera física:** En cuanto al flujo del agua residual.
- **Reducción de la velocidad del efluente:** Lo que favorece la floculación y la sedimentación de partículas en suspensión.
- **Soporte pasivo:** Los microorganismos presentes en las aguas residuales propiciarán el desarrollo de las plantas debido a las características que posee.

Además de detallar algunas de las propiedades que tienen dentro de su zona de cultivo, por ejemplo:

- 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.

Es por ello que en esta investigación se harán uso de plantas acuáticas para la depuración de contaminantes presentes en medios fluidos contaminados como son la lechuga de agua y el jacinto de agua, para lo cual se detallará a continuación las propiedades y características correspondientes a cada una.

Propiedades de la *pistia stratiotes* (lechuga de agua o repollito de agua)

Posición taxonómica:

- **Grupo taxonómico:** Flora
- **Phylum:** Magnoliophyta
- **Clase:** Liliopsida
- **Orden:** Alismatales
- **Familia:** Areceae

Según el Catálogo español “Especies exóticas invasoras”, la *pistia stratiotes* es una especie nativa de Sudamérica y que además pueden encontrarse en zonas subtropicales y tropicales alrededor del mundo. La *pistia stratiotes* con nombre común de lechuga de agua o repollito de agua es una monocotiledónea perenne, flotante, con hojas gruesas y suaves, obovadas o espatuladas, que forman una roseta. Estas pueden alcanzar 14 cm de largo y presentan venas paralelas y pelos cortos que atrapan burbujas de aire. Sus raíces sumergidas cuelgan de la roseta de hojas. Posee estolones y forma colonias densas. Se reproduce de forma vegetativa muy rápidamente y también mediante semillas. Florece de junio a septiembre. Su hábitat son las grandes masas de agua como en ríos, lagos, zonas húmedas y otras masas de agua. Prefiere temperaturas cálidas, entre 22 y 30°C (aunque puede vivir entre 15° C y 35° C), así como aguas ligeramente ácidas (pH 6.5 a 7.2). Tiene la capacidad de crecer a gran velocidad, cubriendo estanques, reservorios de agua, lagos y otras masas de agua. Esto impide el paso de la luz solar y el intercambio de oxígeno ocasionando problemas ecológicos como la eutrofización, sedimentación y la proliferación de insectos dañinos a la salud. [6]

Estudios vinculados a las propiedades de depuración, han registrado los efectos de metales pesados sobre la morfología de ésta macrofita, así como las posibles alteraciones estructurales que ellos producen sobre la misma. En

conclusión, ésta planta cumple los requisitos para ser considerada un buen bioindicador para controlar la calidad del agua a depurar. [6]



Pistia stratiotes



Pistia stratiotes

Propiedades de la *Eichhornia crassipes* (Jacinto de agua o camalote)

Posición taxonómica:

- **Grupo taxonómico:** Flora
- **Phylum:** Magnoliophyta
- **Clase:** Liliopsida
- **Orden:** Liliales
- **Familia:** Pontederiaceae

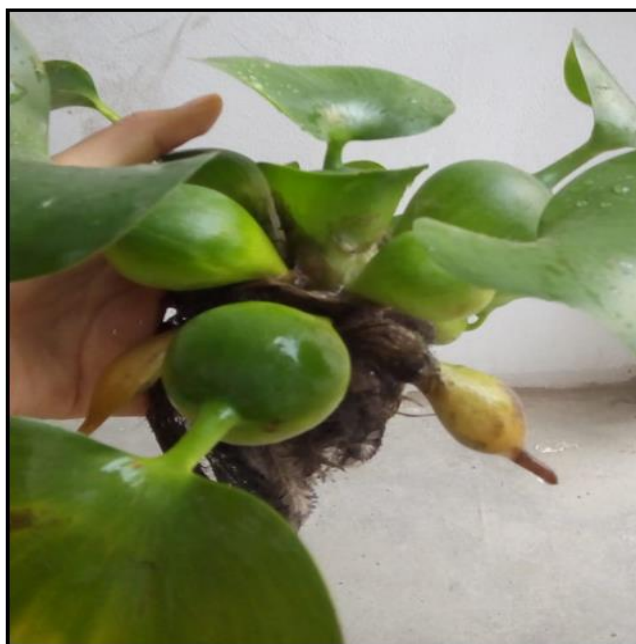
Según la ficha de especies invasoras del catálogo del gobierno de España, el Jacinto de agua es una planta acuática nativa de América del Sur, específicamente presente en la cuenca de Amazonas, posee hojas desde pocos centímetros hasta el metro de longitud. Inicialmente las hojas son elongadas, pero en seguida desarrollan una forma espatulada con los peciolo hinchados a modo de flotador. Las raíces son plumosas y se desarrollan en la base de las hojas, formando una densa masa, de color blanco cuando se desarrollan en la oscuridad total o negro violáceo en el campo. Las yemas axilares se desarrollan periódicamente como estolones, creciendo horizontalmente hasta dar lugar a otras plantas. Los estolones son de color púrpura, muy variables en diámetro, pudiendo llegar a más de 50 cm de longitud. [7]

Su reproducción puede ser tanto de forma sexual como vegetativamente (por estolones y fragmentos de la planta), pudiendo llegar a duplicar su población en 5 días. No soporta bien las heladas ni la insolación directa, siendo moderadamente resistente a la contaminación. [7]

Puede presentar tolerancia a las fluctuaciones grandes respecto a la altura de del tirante de agua, velocidad del flujo, disponibilidad de nutrientes, pH, contaminación y salinidad, encontrándose un limitante en su desarrollo como lo es la temperatura, ya que en climas que oscilen entre los 20 – 30°C el crecimiento será más rápido y la superficie del medio en el que se encuentra se verá cubierto, restringiendo el ingreso de luz al agua, mientras que con temperaturas que vayan desde los 8 a 15 °C el crecimiento se ve estancado, con lo que se concluye, que las condiciones óptimas para su desarrollo son de 90% de humedad relativa y 22.5 – 35°C. [7]

Puede significar un impacto ecológico negativo en la fuente en que se desarrolle, debido a que tiende a competir agresivamente con la flora nativa, desplazándola, además reduce la cantidad de luz que penetra en el agua y disminuye los niveles de oxígeno disuelto, con consecuencias nefastas para la biocenosis nativa. Dentro del impacto económico, el jacinto reduce la cantidad de agua de lagunas y balsas de agua de riego, para consumo humano, etc, además de dificultar el uso recreativo del agua y el paso de embarcaciones y atascar canales de riego, bloqueando turbinas, etc. Por último, esta planta crea condiciones ideales para la proliferación de mosquitos lo que significa un impacto sanitario para las poblaciones. [7]

Estudios recientes, demuestran que el Jacinto de agua es utilizado en sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas de climas cálidos, siendo el principal parámetro de diseño la carga orgánica. Durante su desarrollo ésta planta tiene la capacidad de remover nitrógeno y fósforo, que depende directamente de su rendimiento en biomasa, su contenido medio de nitrógeno y fósforo se estima entre 4% y 0.4%, por lo que potencialmente se podrían eliminar el influente del orden de 2000-6000 y 300- 600 kg de nitrógeno y fósforo por ha y año, consiguiendo su eficacia además en la remoción de sólidos en suspensión. [8]



Eichhornia crassipes



Eichhornia crassipes

MATERIALES Y MÉTODOS

Tipo y nivel de investigación

El proyecto denominado Diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales municipales facultativa incorporando plantas acuáticas: Lechuga de agua (*Pistia stratiotes*) y Jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) para el distrito de Eten, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque, 2019. desarrolló los siguientes tipos de investigación:

De acuerdo al **diseño** de investigación es experimental, descriptiva; porque para solucionar la situación problemática, se hizo una descripción profunda de las características y condiciones actuales de la zona, a través de visitas de campo y una recolección de datos.

De acuerdo al **fin** que se persigue es aplicada, porque se hizo una recopilación de datos e información relacionada al tema y posteriormente se procedió a realizar el diseño de las estructuras, cumpliendo con los objetivos trazados en el proyecto.

Diseño de investigación

Hipótesis

La hipótesis que se planteó fue la siguiente:

- Las lagunas de oxidación de ciudad Eten, no cumplen con la capacidad de remover los contaminantes de las aguas residuales que llegan a las mismas, y ponen en riesgo las fuentes de agua cercana que derivan de los efluentes.

Diseño de contrastación de hipótesis

De acuerdo con la metodología para demostrar la hipótesis de investigación, la misma que es considerada de tipo experimental, descriptiva.

Puesto que:

- Se manipula más de una variable. Se estudia e investiga los parámetros, análisis y características del objeto de estudio, en este caso las aguas residuales de la laguna de estabilización y las aguas residuales de la planta piloto, conformada por humedales artificiales con plantas acuáticas. Tal y como se irán presentando a través de la investigación.

Población, muestra, muestreo

El principal elemento de estudio está constituido por las lagunas de oxidación existentes en el distrito de Ciudad Eten.

Por tanto:

- La población es el área que abarca las zonas agrícolas y ganaderas adyacentes a las lagunas de oxidación
- La muestra son ambas lagunas de oxidación desde el afluente hasta el efluente y en donde mediante derivación se desarrollará el proyecto mediante la ejecución de humedales artificiales para la posterior colocación de plantas acuáticas.

Criterios de selección

En cuanto a los criterios de selección tomados en cuenta para escoger el presente tema de investigación se citan los siguientes:

Problemática encontrada en la zona de estudio, siendo esta una situación en la que el mayor porcentaje de plantas de tratamiento de aguas residuales se encuentra, colocando a la población en riesgo de sufrir alguna enfermedad gastrointestinal por el uso de las aguas que no han sido tratadas adecuadamente y han sido depositadas en fuentes de agua superficiales o subterráneas.

Afinidad por el rubro de las aguas residuales y los sistemas de tratamiento.

Operacionalización de variables

Variable independiente: capacidad de remoción de la *Pistia stratiotes* y *Eichhornia crassipes*.

Variable dependiente: calidad del agua residual de las lagunas de oxidación del distrito de Ciudad Eten.

VARIABLES	DIMENSIÓN	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADOR	ÍNDICE
<p>Variable independiente:</p> <p><i>Capacidad de remoción de la Pistia stratiotes y eichhornia crassipes</i></p>	Tratamientos	<p>-Según el catálogo de especies exóticas invasoras del gobierno de España, la pistia stratiotes es una planta que puede alcanzar 14 cm de largo, florece de junio a septiembre ya que prefiere temperaturas cálidas, entre 22 y 30°C y habitar aguas ligeramente ácidas (pH 6.5 a 7.2).</p>	<p>Se elaborará un humedal artificial de 28.66 m² (metros cuadrados), con profundidad de 0.55 m y altura de tirante de agua residual de 0.45 m, que albergará la lechuga de agua durante los meses programados para la investigación, dentro de los cuales se planteará la frecuencia de monitoreo respectivo.</p>	<p>Cantidad de pistia stratiotes</p>	<p>240 unidades de lechugas de agua (pistia stratiotes)</p>
		<p>-La eichhornia crassipes, pudiendo llegar a más de 50 cm de longitud, puede presentar tolerancia a las fluctuaciones grandes respecto a la altura de del tirante de agua, velocidad del flujo, disponibilidad de nutrientes, pH, contaminación y salinidad, encontrándose un limitante en su desarrollo como lo es la temperatura, ya que en climas que oscilen entre los 20 – 30°C.</p>	<p>Se elaborará un humedal artificial de 28.66 m² (metros cuadrados), con profundidad de 0.55 m y altura de tirante de agua residual de 0.45 m, que albergará el jacinto de agua durante los meses programados para la investigación, dentro de los cuales se planteará la frecuencia de monitoreo respectivo.</p>	<p>Cantidad de eichhornia crassipes</p>	<p>56 unidades de jacintos de agua (eichhornia crassipes)</p>

Cuadro 1: Operacionalización de variables. Variable independiente.

Fuente: Propia.

VARIABLES	DIMESIÓN	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADOR	ÍNDICE
<p>Variable dependiente: <i>Calidad del agua residual de las lagunas de oxidación del distrito de Ciudad Eten</i></p>	<p>- Parámetros físicos</p> <p>- Parámetros químicos</p>	<p>Según el Ministerio del Ambiente y por medio de la categorización realizada, la calidad de agua provenientes de las fuentes superficiales, subterráneas y resultantes del tratamiento que lleven, deberá cumplir con los límites máximos permisibles, que en este caso se consideró un tipo de agua III, para riego de cultivos y bebida de animales, ya que a los alrededores de las lagunas oxidación existentes se encuentran áreas de cultivo y ganadería.</p>	<p>Se realizaron los análisis físico- químicos y microbiológicos en un punto crítico de la laguna en operación, es decir en el afluente (llegada), la misma que fue llevada al laboratorio para su posterior análisis y caracterización de los parámetros que se evaluarán y que busca mediante la incorporación de las plantas acuáticas reducir el nivel de contaminantes de acuerdo al decreto del Ministerio del Ambiente lanzado el año 2010. En el cual proporciona los LMP (límites máximos permisibles) en el efluente de las plantas de tratamiento de aguas residuales para su posterior uso.</p>	<p>-Aceites y grasas -Temperatura -Turbidez -Conductividad eléctrica</p> <p>-Coliformes termotolerantes -Sólidos suspendidos totales</p> <p>-pH -DBO -DQO -OD (oxígeno disuelto)</p>	<p>< 20 mg/l < 35°C</p> <p>< 10,000 NMP/l < 150 ml/l</p> <p>6.5-8.5 < 100mg/l < 200mg/l</p>

Cuadro 2: Operacionalización de variables. Variable dependiente.
Fuente: Propia.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas

Estudios físicos

Son los estudios que nos muestran las características físicas que contemplan las aguas residuales, de tal manera que se conozca la situación del agua residual y se emplee un sistema o tecnología de tratamiento adecuado.

Estudios químicos

Estos nos permiten obtener datos sobre las características químicas que poseen las aguas residuales, tal es así que nos dirige a evaluar las posibilidades de tratamiento que las aguas deben recibir.

Estudios microbiológicos

Son estudios que nos proporcionan una serie de microorganismos que pueden causar enfermedades gastrointestinales si se consume directa o indirectamente el agua que no ha recibido un tratamiento previo adecuado.

El empleo de estas técnicas concluyó en la caracterización realizada por EPSEL durante la última visita registrada en el mes de junio del año 2019, certificada por el Instituto Nacional de Calidad (INACAL); de donde se obtuvieron los parámetros que proporciona la norma de aguas residuales OS. 0.90 y el DS N°003-2010 del Ministerio del Ambiente.

Técnicas de campo

Etapas de adquisición y cultivo de plantas acuáticas

Se realizaron las siguientes actividades:

- Se consiguieron las plantas acuáticas a través de una persona natural que trabaja con acuarios y peceras.

- Se trasladaron unas cuantas muestras de cada planta, *pistia stratiotes* y *eichhornia crassipes*, hacia la calle “Los Faiques” Mz. C, Lte. 9, “El Algodonal”- Ferreñafe, en donde vienen siendo cultivadas en aguas residuales domésticas obtenidas manualmente de los servicios usados en la vivienda.



Figura 1: Mapa de ubicación de cultivo de las plantas acuáticas.
Fuente: Google earth.

Etapas de campo

- Se identificó la ubicación geográfica de las lagunas de oxidación del Distrito de Eten, con coordenadas 9236462.66 m S, y 624811.88 m E, según mapa geográfico.

- Se identificó los puntos de llegada (afluente) y salida (efluente) de las lagunas de oxidación según mapas geográficos y visita a la zona de estudio.

- Se identificó la zona de ejecución de los humedales artificiales, que cuenta con coordenadas 624805.76 m E y 9236419.94 m S, ubicándose en la parte posterior de las lagunas adyacentes según mapa geográfico.



Figura 2: Ubicación geográfica del Distrito de Ciudad Eten.
Fuente: Google earth.



Figura 3: Ubicación geográfica de la zona de estudio.
Fuente: Propia.

Instrumentos

Para el estudio de las aguas residuales presentes en las lagunas de oxidación de Ciudad Eten, se hizo uso de la Norma OS 0.90 de aguas residuales del Reglamento Nacional de Edificaciones, adicional a un Excel programado que sirvió para la verificación correspondiente de las medidas de las lagunas, las mismas que deben cumplir los parámetros que designa la norma de acuerdo al tipo de sistema empleado y la distancia próxima que debe tener con respecto a la ciudad.

Además, se hizo uso del Decreto Supremo N° 003-2010 del Ministerio del ambiente, que proporciona los límites máximos permisibles que deben tener los afluentes de los sistemas o tecnologías empleados para el tratamiento de las aguas residuales municipales.

Para la elaboración de la planta piloto que constará de dos humedales artificiales, se hizo uso del software AutoCAD de dibujo en donde se muestran la vista en planta, transversal y longitudinal.

Para la ejecución de los humedales se hizo uso de herramientas manuales como pico y palana para la excavación de un área de 26.88 m² (metros cuadrados) con 55 cm de profundidad, para cada humedal.

Debido a que se requería impermeabilizar los humedales para que no ocurra filtración del agua residual en el suelo, se planteó el uso de geomembrana HDPE de 1mm de espesor, especial para este tipo de material a almacenar.

Para la recolección de muestras luego de ejecutados los humedales artificiales y la posterior incorporación de las plantas acuáticas, se usaron los siguientes instrumentos:

- Guantes estériles
- Cubre bocas
- Botellas de plástico de color blanco para los parámetros de:
 - DQO
 - Sólidos suspendidos totales
 - PH
 - Temperatura
 - DBO
- Botellas de vidrio de color ámbar para los parámetros de:
 - CF
 - Aceites y grasas

- Ácido sulfúrico para preservar las muestras de los parámetros de DQO y Aceites y grasas.

Todos los materiales para la extracción de muestras fueron proporcionados por el laboratorio encargado de analizar las muestras que se enviarían posteriormente.

Para el diseño respectivo de la laguna facultativa, se hizo uso de hojas de Excel programadas, en donde se referenciaron los procesos y fórmulas dadas por el capítulo de aguas residuales del Reglamento Nacional de Edificaciones. Así mismo se utilizó el software de diseño de lagunas de estabilización de origen colombiano, creado por el ingeniero Ricardo Alfredo López Cualla en 1997 de la Escuela Colombiana de Ingeniería “Julio Garavito”, y mejorado por el ingeniero civil Jorge Luis Gonzáles Castro, quien proporcionó el software DISLAG, con la intención de ayudar en esta investigación.

Procedimientos

Para este paso se realizó en primer lugar la delimitación del área en dónde estarán ubicados los humedales artificiales, se contó con la ayuda de 2 trabajadores quienes con herramientas manuales procedieron a excavar las zanjas para los humedales que contaron con medidas de, 4.20 de ancho, 6.40 de largo, 0.55 m de profundidad y un talud de relación 1:1, las mismas que fueron obtenidas en referencia a una escala de 1:25 respecto a las lagunas originales. Una vez realizado esto, se procedió a colocar la geomembrana HDPE de 1 mm, quedando así listos los humedales para la derivación de agua y posterior colocación de las plantas acuáticas adquiridas.

En cuanto a la derivación de las aguas residuales, fue necesario adquirir una autorización o permiso por parte de los encargados de EPSEL, empresa prestadora del servicio de agua y desagüe en la región. Para ello, se solicitó la aprobación de la derivación de las aguas residuales de una de las lagunas de oxidación, al encargado de la oficina Zonal Sur de EPSEL, ubicada en Monsefú. Una vez realizado esto se alquiló una motobomba para el bombeo de las aguas de la laguna hacia los humedales, llegando a llenar un tirante de agua de 0.45m, esto debido a que en bibliografía revisada los jacintos de agua agua podrían extender su raíces hasta una longitud de 30cm durante su reproducción.

Para finalizar la ejecución de los humedales, se incorporaron las plantas acuáticas, lechuga de agua (*pistia stratiotes*) y Jacinto de agua (*eichhornia crassipes*). Para este paso, primero se realizó una distribución de las plantas en el programa AutoCad, esto

ya que se tenía que cubrir toda la superficie de cada humedal con las plantas mencionadas, dando como cantidades: 56 jacintos y 240 lechugas en toda el área detallada líneas arriba.

A continuación, se redactarán detalladamente las semanas de investigación programadas, la agrupación de muestras realizadas y las fechas en que se llevaron a cabo.

Semana 1 de investigación (del 21/04 al 28/04 de 2021)

Durante la primera semana de investigación, a partir de la derivación de las aguas residuales de la laguna de oxidación denominada “B”, se pudieron observar cambios en el color del agua y la presencia de larvas en las raíces de las lechugas de agua. El color predominante durante la primera semana fue de color turquesa, no se presenciaron malos olores y las lechugas de agua comenzaron a reproducirse. Cabe mencionar que la temperatura máxima durante esta semana fue de 24.9 °C y la mínima fue de 15.9 °C.

Semana 2 de investigación (del 28/04 al 05/05 de 2021)

Al comenzar la segunda semana de investigación el color del agua de los humedales se mantuvo de color turquesa y se pudo observar que no había existencia de larvas en las raíces de lechugas de agua. Además, se procedió a realizar la primera recolección de muestras, las que fueron distribuidas en 3 grupos como se muestra a continuación.

FECHA	PARÁMETROS EVALUADOS	T° PROMEDIO DEL DÍA (°C)	FUENTE DE RECOLECCIÓN	HORA DE RECOLECCIÓN
05/05/2021	Demanda química de Oxígeno (DQO)	19.65	Laguna de oxidación "B"	4:51 p. m.
	Sólidos Suspendidos Totales (SST)			
	Demanda biológica de oxígeno (DBO)			
	Potencial hidrógeno (pH)		Humedal artificial con lechuga de agua	4:35 p. m.
	Temperatura		Humedal artificial con jacinto de agua	4:41 p. m.
	Coliformes fecales			
Aceites y grasas				

Tabla 6: Detalle de primer grupo de muestras de aguas residuales recolectadas.
Fuente: Propia

Como se observa en la tabla mostrada, en el primero grupo de muestras extraídas se planteó recolectar el agua residual de la laguna de estabilización denominada B, ya que fue la fuente de derivación hacia los humedales que contienen las plantas. Eso con la finalidad de conocer las características iniciales del agua residual y usarlas como fuente de control para su comparación con las aguas provenientes de los humedales artificiales.

Semana 3 de investigación (del 05/05 al 12/05 de 2021)

Al iniciar la tercera semana de investigación, se llevó a cabo la visita continua hacia la zona de estudio con la finalidad de observar los cambios físicos del agua y la condición en que se encontraban las plantas acuáticas utilizadas. Durante esta semana el día 10 de mayo se llevó a cabo la recolección del segundo grupo de muestras, que solo contendrían las aguas residuales de los humedales artificiales como se detallan a continuación en la siguiente tabla.

FECHA	PARÁMETROS EVALUADOS	T° PROMEDIO DEL DÍA (°C)	FUENTE DE RECOLECCIÓN	HORA DE RECOLECCIÓN
10/05/2021	Demanda química de Oxígeno (DQO)	20.25	Humedal artificial con lechuga de agua	12:06 p.m.
	Sólidos Suspendidos Totales (SST)			
	Demanda biológica de oxígeno (DBO)			
	Potencial hidrógeno (pH)			
	Temperatura		Humedal artificial con jacinto de agua	12:15 p.m.
	Coliformes fecales			
	Aceites y grasas			

Tabla 7: Detalle de segundo grupo de muestras de aguas residuales recolectadas.
Fuente: Propia.

Semana 4 de investigación (del 12/05 al 19/05 de 2021)

Continuando con la investigación en la cuarta semana, se realizó la visita cotidiana hacia los humedales artificiales y se anotaron los cambios físicos que se produjeron en las aguas, durante la visita se pudo notar que el color predominante del agua durante los primeros 15 días cambió de turquesa a verde oscuro, no se presenció mal olor o insectos en las plantas. El día 14 de mayo, luego de pasados 4 días después de la recolección del segundo grupo de muestras, se realizó la recolección del tercer grupo de muestras. Del mismo modo, al haber pasado 4 días luego de recolectadas las muestras del tercer grupo, se realizó la recolección del cuarto grupo de muestras. Ambos grupos detallados a continuación en las siguientes tablas.

FECHA	PARÁMETROS EVALUADOS	T° PROMEDIO DEL DÍA (°C)	FUENTE DE RECOLECCIÓN	HORA DE RECOLECCIÓN
14/05/2021	Demanda química de Oxígeno (DQO)	20.05	Humedal artificial con lechuga de agua	4:07 p.m.
	Sólidos Suspendidos Totales (SST)			
	Demanda biológica de oxígeno (DBO)			
	Potencial hidrógeno (pH)			
	Temperatura		Humedal artificial con jacinto de agua	4:16 p .m.
	Coliformes fecales			
	Aceites y grasas			

Tabla 8: Detalle de tercer grupo de muestras de aguas residuales recolectadas.
Fuente: Propia.

Semana 5 de investigación (del 19/05 al 28/05 de 2021)

Durante la semana 5 se llevaron a cabo la recolección de 2 grupos de muestras con la finalidad de cumplir con los tiempos establecidos en el cronograma y concluir así mismo la investigación. Durante esta semana se observaron cambios en el tirante de agua de ambos humedales artificiales, el mismo que se había reducido debido a la cantidad de muestras que se recolectaron; además, de observar que el agua mantenía un color verdoso casi oscuro. Ambos grupos se detallan a continuación.

FECHA	PARÁMETROS EVALUADOS	T° PROMEDIO DEL DÍA (°C)	FUENTE DE RECOLECCIÓN	HORA DE RECOLECCIÓN
24/05/2021	Demanda química de Oxígeno (DQO)	20.7	Humedal artificial con lechuga de agua	3:44 p.m.
	Sólidos Suspendidos Totales (SST)			
	Demanda biológica de oxígeno (DBO)			
	Potencial hidrógeno (pH)			
	Temperatura		Humedal artificial con jacinto de agua	3:52 p .m.
	Coliformes fecales			
	Aceites y grasas			

Tabla 9: Detalle del cuarto grupo de muestras de aguas residuales recolectadas.
Fuente: Propia.

FECHA	PARÁMETROS EVALUADOS	T° PROMEDIO DEL DÍA (°C)	FUENTE DE RECOLECCIÓN	HORA DE RECOLECCIÓN
28/05/2021	Demanda química de Oxígeno (DQO)	20	Humedal artificial con lechuga de agua	3:20 p.m.
	Sólidos Suspendidos Totales (SST)			
	Demanda biológica de oxígeno (DBO)			
	Potencial hidrógeno (pH)			
	Temperatura		Humedal artificial con jacinto de agua	3:28 p .m.
	Coliformes fecales			
	Aceites y grasas			

Tabla 10: Detalle del quinto grupo de muestras de aguas residuales recolectadas.
Fuente: Propia.

Plan de procesamiento y análisis de datos

Para el procesamiento de la data se utilizaron los conocimientos teórico-científicos y empíricos asimilados en la carrera y se dividió el proyecto en cuatro fases, los mismos que fueron desarrollados y ejecutados con normalidad.

Paso 1: Recopilación de información

- Presentación y coordinación con las autoridades competentes
- Visita a la zona de estudio y recolección de información
- Revisión de la normativa vigente
- Recolección de información bibliográfica
- Revisiones parciales del asesor

Paso 2: Obtención de plantas acuáticas y caracterización de las lagunas de oxidación.

- Caracterización de las aguas residuales presentes en las lagunas de oxidación del área de estudio.
- Adquisición de plantas acuáticas: Lechuga de agua (*pistia stratiotes*) y Jacinto de agua (*eichhornia crassipes*)
- Diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales municipales, que constará de dos humedales artificiales con medidas de prototipo.

Paso 3: Obtención de permisos y ejecución de humedales artificiales

- Obtención del permiso para ejecución de humedales artificiales
- Ejecución de los humedales artificiales.
- Comparación de las aguas residuales existentes en las lagunas de oxidación del distrito con los resultados de las muestras extraídas de los humedales artificiales.

Paso 4: Análisis de resultados y diseño de la laguna facultativa en software

- Orden y análisis de datos obtenidos en la fase 3.
- Diseño de laguna facultativa a escala de acuerdo a las normas vigentes.
- Elaboración del presupuesto del sistema de lagunas facultativas.
- Evaluación económica de trasplante y mantenimiento de las lagunas facultativas con planta acuáticas.

- Conclusiones y recomendaciones.
- Elaboración del informe final del proyecto.

Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	TÉCNICAS
<p>¿Quién tiene la mayor capacidad de remoción de contaminantes, la Pistia Stratiotes o Eichhornia crassipes, para mejorar la calidad del agua residual presente en las lagunas de oxidación de Ciudad Eten?</p>	<p>Objetivo General: Diseñar una planta de tratamiento de aguas residuales municipales facultativa, incorporando plantas acuáticas: Lechuga de agua (<i>pistia stratiotes</i>) y Jacinto de agua (<i>eichornia crassipes</i>) para el Distrito de Eten, provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque</p> <p>Objetivos específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Analizar los parámetros de aporte per cápita de las aguas residuales de las lagunas de estabilización del distrito de Eten. -Estudiar las características de las plantas acuáticas Lechuga de agua (<i>pistia stratiotes</i>) y Jacinto de agua (<i>eichornia crassipes</i>) y su capacidad de remoción de contaminantes presentes en las aguas de las lagunas. -Diseñar una planta piloto que conste de tres estanques, dos que simularán las lagunas facultativas para la inserción de las plantas acuáticas Lechuga de agua (<i>pistia stratiotes</i>) y Jacinto de Agua (<i>eichornia crassipes</i>) y uno que servirá como control para la verificación de resultados. -Comparar el aporte tanto de la Lechuga de agua (<i>pistia stratiotes</i>) y Jacinto de agua (<i>eichornia crassipes</i>) en el tratamiento de las aguas de las lagunas. -Comparar las aguas de las lagunas antes de ser tratadas y luego del proceso de depuración de contaminantes con la inserción de las plantas acuáticas mencionadas. -Diseñar el sistema de lagunas facultativas a escala. -Elaborar el presupuesto del sistema de lagunas facultativas. -Elaborar el presupuesto de implantación y mantenimiento de las lagunas cuando se empleen las plantas acuáticas. -Elaborar la evaluación de impacto ambiental de la propuesta. 	<p>Eichhornia crassipes tendrá mayor capacidad de remoción de contaminantes para mejorar las aguas residuales de las lagunas de oxidación y diseñar una laguna facultativa con la incorporación de la misma.</p>	<p>Variable independiente: capacidad de remoción de la Pistia stratiotes y eichhornia crassipes.</p> <p>Variable dependiente: calidad del agua residual de las lagunas de oxidación del distrito de Ciudad Eten.</p>	<p>Técnicas de laboratorio (análisis físico-químicos)</p> <ul style="list-style-type: none"> -Aceites y grasas -Demanda bioquímica de oxígeno (DBO) -Demanda química de oxígeno (DQO) -Oxígeno Disuelto (OD) -Potencial de hidrógeno (pH) -Temperatura <p>Técnicas de campo</p> <ul style="list-style-type: none"> -Etapa de adquisición y cultivo de plantas acuáticas -Etapa de campo

Fuente: Elaboración Propia

Consideraciones éticas

El presente trabajo de investigación contiene datos de las tareas realizadas hasta la etapa de recolección de información y que han sido obtenidos de manera personal, tomando como sustento el proceso fuentes bibliográficas que han sido citadas correctamente, además de considerar referentes internacionales, nacionales y locales.

RESULTADOS

Durante el desarrollo de las dos primeras fases del proyecto de investigación se obtuvieron los resultados que se mostrarán a continuación.

La caracterización de las aguas residuales fue realizada por parte de la entidad prestadora del servicio de agua potable y alcantarillado de la región y proporcionada para fines de esta investigación teniendo así lo siguiente:

INFORME DE ENSAYO

C-181-F219-EPSEL

Código de Laboratorio			C-181-03	C-181-04
Código de Cliente			ETEN- ENTRADA	ETEN -SALIDA
Item de Ensayo			Agua Residual Municipal	Agua Residual Municipal
Fecha de muestreo			28/06/2019	28/06/2019
Hora de muestreo			12:13	12:32
Parámetro	Símbolo	Unidad		
Sólidos suspendidos totales **	TSS	mg/L	175.00	90
Aceites y grasas **	HEM	mg/L	18.90	5.425
Demanda Bioquímica de Oxígeno **	DBO	mg/L	367.9	278.9
Demanda Química de Oxígeno **	DQO	mg/L	656	550
Coliformes Fecales	NMP/100mL		14x10 ⁵	22x10 ⁴

(**) Los métodos realizados han sido ejecutados en la sede Trujillo.

Tabla 11: Informe de ensayo. Junio 2019.

Fuente: EPSEL

De acuerdo a la normativa de aguas residuales OS. 0.90, este nos indica que para lagunas de oxidación los valores de aportes per cápita del efluente deben ser los siguientes:

PROCESO DE TRATAMIENTO	REMOCIÓN (%)		REMOCIÓN ciclos log10	
	DBO	Sólidos en suspensión	Bacterias	Helminetos
Zanjas de oxidación	70-95	80-95	1-2	0-1

Tabla 12: Porcentajes de remoción de las zanjas de oxidación.

Fuente: O.S.090 (R.N.E)

Así mismo, teniendo en cuenta los límites máximos permisibles de efluentes, decretados por el Ministerio del ambiente en 2010 como se detalla a continuación en la siguiente tabla, se pudo realizar la comparación con los datos obtenidos de los análisis realizados por EPSEL, al efluente de la laguna de oxidación operativa denominada A,

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

Tabla 13: Límites máximos permisibles de efluentes, según el Ministerio del Ambiente.
Fuente: Propia.

De lo expuesto líneas arriba, se obtuvieron los siguientes gráficos en donde se muestran y explican los porcentajes de remoción para cada parámetro analizado.

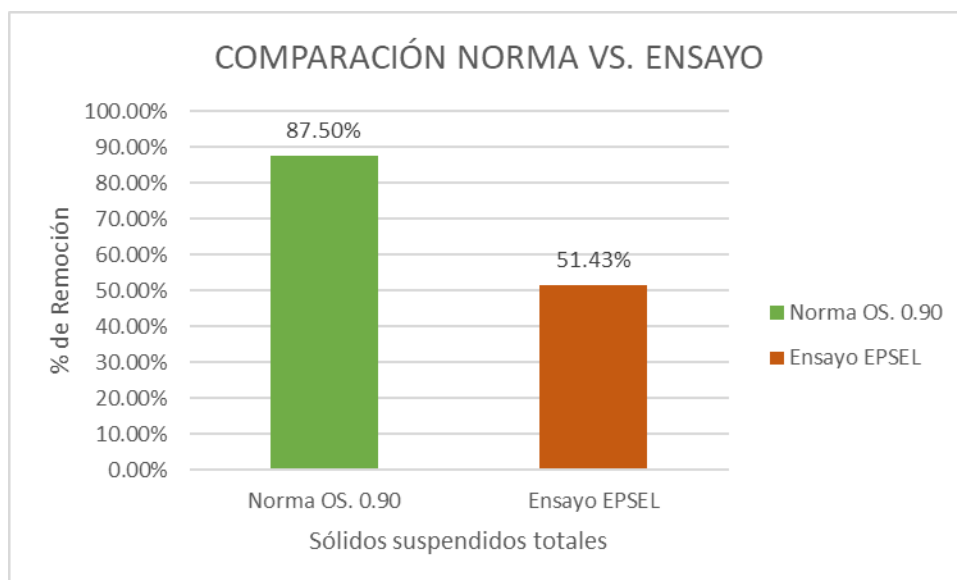


Gráfico 1: Comparación de datos de Norma OS. 0.90 y ensayo EPSEL. SST.
Fuente: Propia

El gráfico mostrado nos proporciona la cantidad en % (porcentaje) de remoción de sólidos suspendidos totales que debe tener el efluente de la laguna en funcionamiento, respecto

a la Norma de aguas residuales y el resultado del último muestreo representa un porcentaje menor al que debería, es por ello que se concluye que la laguna en funcionamiento de las dos que conforman las lagunas de oxidación de Ciudad Eten, no está cumpliendo totalmente la función de depurar las aguas residuales.

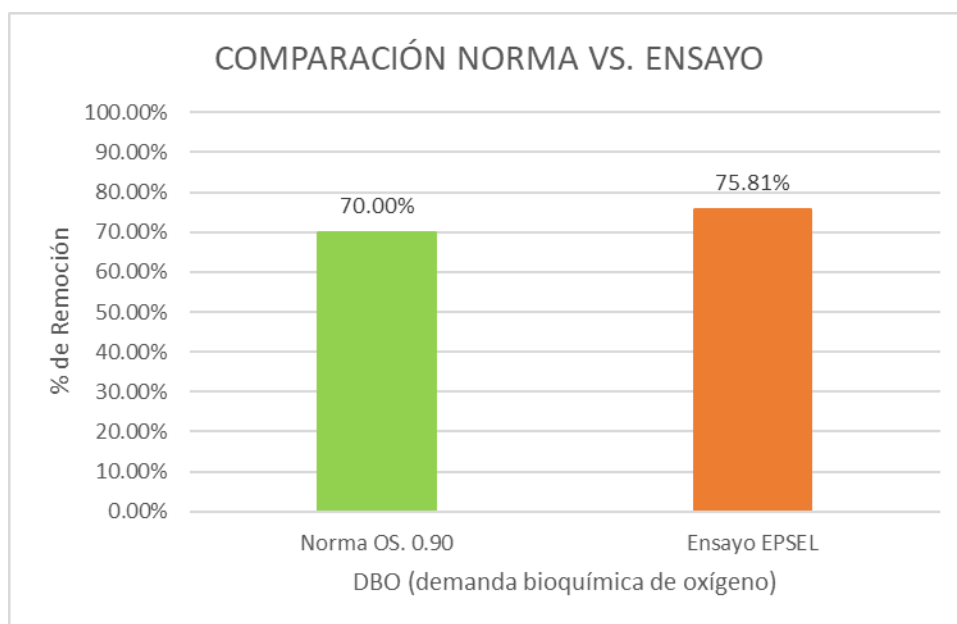


Gráfico 2: Comparación de datos de Norma OS. 0.90 y ensayo EPSEL. DBO
Fuente: Propia

El gráfico presentado demuestra que la laguna en funcionamiento logra depurar el agua y tiene la capacidad de remover hasta un 75.81% de DBO con respecto a lo que exige la norma de aguas residuales.

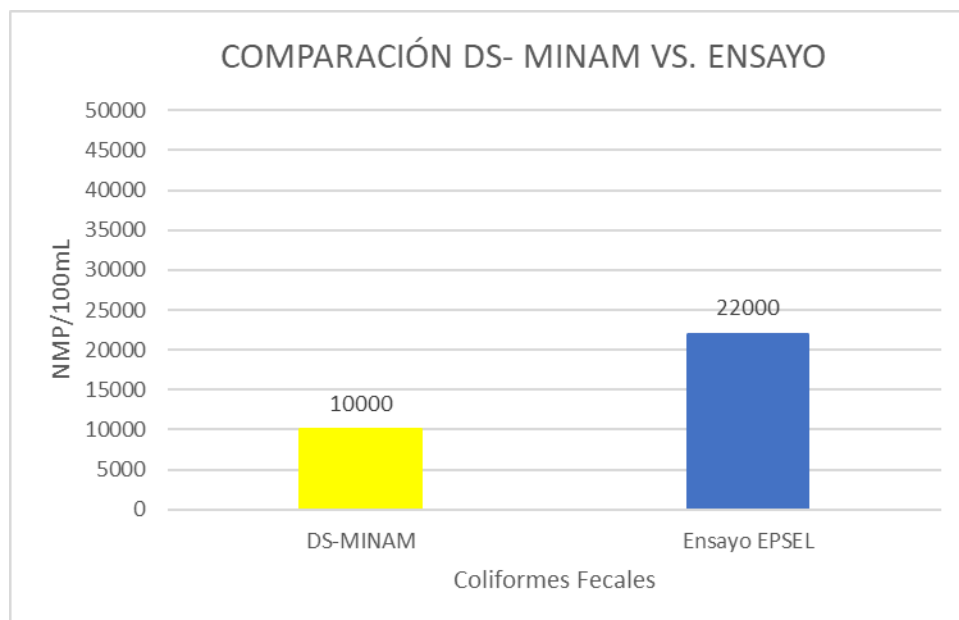


Gráfico 3: Comparación de datos DS-MINAM y ensayo EPSEL para coliformes fecales.
Fuente: Propia.

El gráfico N°3 demuestra que la laguna en funcionamiento puede remover hasta un 220% de coliformes fecales luego de su paso por el tratamiento que abarca actualmente.

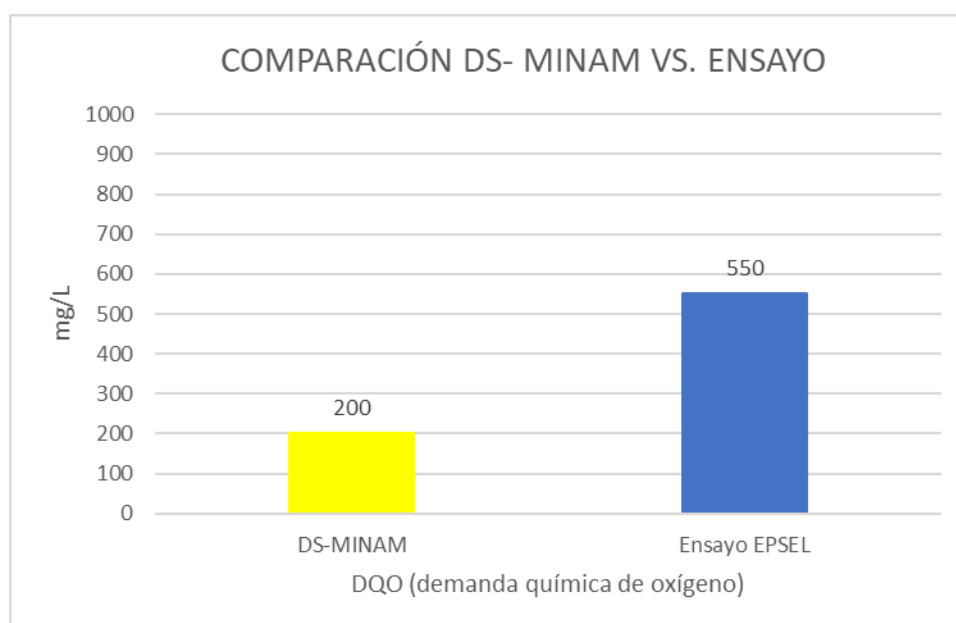


Gráfico 4: Comparación DS-MINAM y ensayo EPSEL. DQO.
Fuente: Propia

El cuadro presentado muestra que los resultados del último ensayo realizado por EPSEL supera los límites que el decreto del Ministerio del Ambiente exige, hasta en un 36% más, lo que significa que la calidad tiene ligeramente las características adecuadas para su posterior uso.

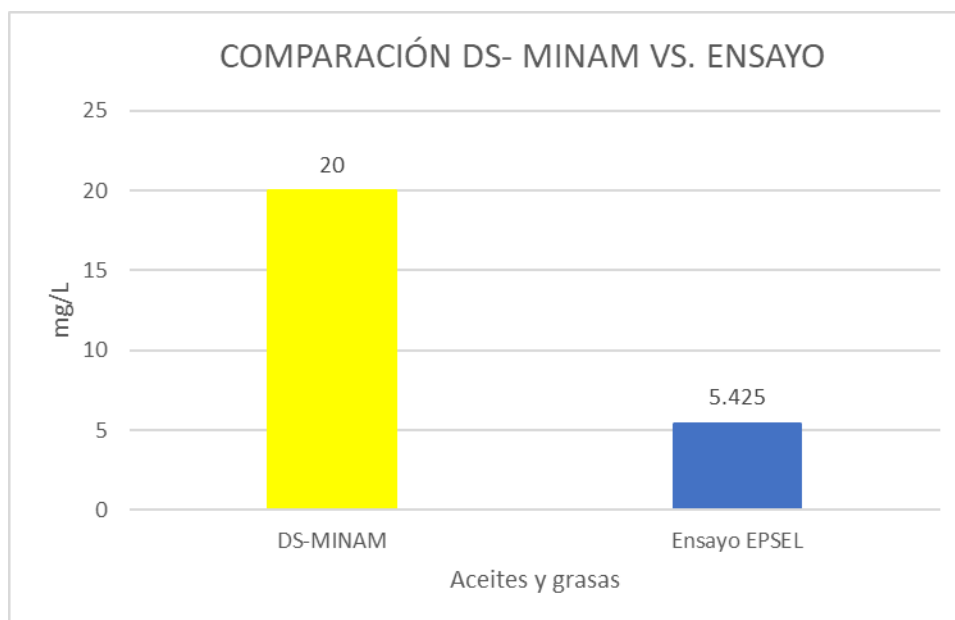


Gráfico 5: Comparación DS- MINAM y ensayo EPSEL para aceites y grasas.
Fuente: Propia

Como último parámetro comparado tenemos a aceites y grasas, que como se muestra en el gráfico la laguna en funcionamiento en el último ensayo proporciona datos menores de aceptación respecto a lo que exige el decreto supremo del Ministerio del Ambiente, es decir la laguna remueve el 72.875 del total de aceites y grasas que ingresan a la laguna, lo que significa un impacto positivo a las fuentes que sirven como disposición final para las aguas residuales provenientes de la laguna.

Así mismo luego de la recopilación de antecedentes ya expuesta líneas arriba se puede comentar lo siguiente. En la mayoría de investigaciones se planteó hacer uso de reactores o estanques de vidrio que en base a lo estudiado infieren de cierta manera en el cultivo de las plantas dentro de las aguas almacenadas en los mismos, lo que implica una alteración favorable en base al ingreso de rayos solares que aumentan el crecimiento progresivo de las plantas y consecuentemente su capacidad para remover los contaminantes presentes en el medio en el que se encuentran. Las medidas de los reactores fueron consideradas en base a la longitud de las raíces de las plantas flotantes, teniendo en cuenta para el caso de jacinto de agua una profundidad de estanque de 30 cm como mínimo, pudiendo este ser mayor al valor mencionado. Este procedimiento ayudó a obtener porcentajes altos para la remoción de parámetros como DBO, DBO5, DQO, sólidos suspendidos, turbidez, coliformes fecales además de metales pesados como nitratos, fosfatos y amoníaco. Pero el procedimiento mediante estanques no simula la realidad de las plantas de tratamiento de aguas residuales, en donde la profundidad cuenta

con una base de arcilla o material impermeable usados con la finalidad de no contaminar el suelo existente o las posibles fuentes de agua subterráneas, es entonces cuando se propone realizar humedales artificiales como lo mencionado en uno de los antecedentes. El uso de esta tecnología ecológica principalmente se realiza en base a las características de las plantas de tratamiento, pudiendo colocarse en el fondo además de arcilla, grava o gravilla, geomembrana de pvc o HDPE, como material filtrante para la evacuación de las aguas profundas provenientes de la sedimentación de materiales pesados. Esto termina en la obtención de resultados más similares a las plantas de tratamiento a escalas reales, pudiendo concluirse que el procedimiento a usar para esta investigación sea la ejecución de humedales artificiales para la colocación de las plantas acuáticas lechuga de agua y jacinto de agua con la finalidad de demostrar la capacidad de remoción incluyendo la temperatura del agua y del ambiente mismos, considerándose un factor importante ya que según bibliografía estas tienen la capacidad de reproducirse de manera exponencial durante el verano y retrasar su reproducción durante las temporadas de otoño e invierno.

Es así que, a raíz de los antecedentes estudiados, se pudieron comparar los resultados obtenidos de las muestras realizadas a las aguas residuales provenientes de los humedales artificiales, teniendo como fuente de control los resultados de los análisis realizados a una de las lagunas de estabilización, los mismo que se muestran a continuación.

PARÁMETROS	RESULTADOS	SÍMBOLO	UNIDADES
pH	7.53	-	units pH
Temperatura	23.2	T	°C
Sólidos Suspendidos Totales	133	TSS	mg/L
Aceites y grasas	9.375	HEM	mg/L
Demanda Bioquímica de Oxígeno	197.8	DBO	mg/L
Demanda Química de Oxígeno	563.7	DQO	mg/L
Coliformes fecales	49x10 ⁵	-	NMP/100mL

Tabla 14: Resultados de los análisis a las aguas residuales, provenientes de la laguna de control.

Fuente: Propia.

PARÁMETROS	RESULTADOS	SÍMBOLO	UNIDADES
pH	9.75	-	units pH
Temperatura	23.2	T	°C
Sólidos Suspendidos Totales	491.2	TSS	mg/L
Aceites y grasas	17.52	HEM	mg/L
Demanda Bioquímica de Oxígeno	287.8	DBO	mg/L
Demanda Química de Oxígeno	799.4	DQO	mg/L
Coliformes fecales	<1.8	-	NMP/100mL

Tabla 15: Resultados de los análisis de las aguas residuales, recolectadas del humedal con lechuga de agua a los 14 días.

Fuente: Propia.

PARÁMETROS	RESULTADOS	SÍMBOLO	UNIDADES
pH	9.68	-	units pH
Temperatura	23.2	T	°C
Sólidos Suspendidos Totales	413.8	TSS	mg/L
Aceites y grasas	11.18	HEM	mg/L
Demanda Bioquímica de Oxígeno	294.4	DBO	mg/L
Demanda Química de Oxígeno	714.2	DQO	mg/L
Coliformes fecales	79	-	NMP/100mL

Tabla 16: Resultados de los análisis de las aguas residuales, recolectadas del humedal con Jacinto de agua a los 14 días.

Fuente: Propia.

PARÁMETROS	RESULTADOS	SÍMBOLO	UNIDADES
pH	9.83	-	units pH
Temperatura	21.6	T	°C
Sólidos Suspendidos Totales	245	TSS	mg/L
Aceites y grasas	21.97	HEM	mg/L
Demanda Bioquímica de Oxígeno	183	DBO	mg/L
Demanda Química de Oxígeno	687.9	DQO	mg/L
Coliformes fecales	<1.8	-	NMP/100mL

Tabla 17: Resultados de los análisis de las aguas residuales, recolectadas del humedal con lechuga de agua a los 19 días.

Fuente: Propia.

PARÁMETROS	RESULTADOS	SÍMBOLO	UNIDADES
pH	9.78	-	units pH
Temperatura	21.6	T	°C
Sólidos Suspendidos Totales	408.8	TSS	mg/L
Aceites y grasas	29.5	HEM	mg/L
Demanda Bioquímica de Oxígeno	225.5	DBO	mg/L
Demanda Química de Oxígeno	811.8	DQO	mg/L
Coliformes fecales	<1.8	-	NMP/100mL

Tabla 18: Resultados de los análisis de las aguas residuales, recolectadas del humedal con Jacinto de agua a los 19 días.

Fuente: Propia.

PARÁMETROS	RESULTADOS	SÍMBOLO	UNIDADES
pH	7.83	-	units pH
Temperatura	20.6	T	°C
Sólidos Suspendidos Totales	94	TSS	mg/L
Aceites y grasas	6.53	HEM	mg/L
Demanda Bioquímica de Oxígeno	278.4	DBO	mg/L
Demanda Química de Oxígeno	595	DQO	mg/L
Coliformes fecales	2	-	NMP/100mL

Tabla 19: Resultados de los análisis de aguas residuales, recolectadas del humedal con lechuga de agua a los 23 días.

Fuente: Propia.

PARÁMETROS	RESULTADOS	SÍMBOLO	UNIDADES
pH	9.59	-	units pH
Temperatura	20.5	T	°C
Sólidos Suspendidos Totales	242.5	TSS	mg/L
Aceites y grasas	5.53	HEM	mg/L
Demanda Bioquímica de Oxígeno	298.9	DBO	mg/L
Demanda Química de Oxígeno	757.3	DQO	mg/L
Coliformes fecales	<1.8	-	NMP/100mL

Tabla 20: Resultados de los análisis de aguas residuales, recolectadas del humedal con Jacinto de agua a los 23 días.

Fuente: Propia.

PARÁMETROS	RESULTADOS	SÍMBOLO	UNIDADES
pH	7.77	-	units pH
Temperatura	21.8	T	°C
Sólidos Suspendidos Totales	40.5	TSS	mg/L
Aceites y grasas	4.55	HEM	mg/L
Demanda Bioquímica de Oxígeno	209.6	DBO	mg/L
Demanda Química de Oxígeno	538	DQO	mg/L
Coliformes fecales	<1.8	-	NMP/100mL

Tabla 21: Resultados de los análisis de aguas residuales, recolectadas del humedal con lechuga de agua a los 27 días.

Fuente: Propia.

PARÁMETROS	RESULTADOS	SÍMBOLO	UNIDADES
pH	8.53	-	units pH
Temperatura	21.7	T	°C
Sólidos Suspendidos Totales	137	TSS	mg/L
Aceites y grasas	7.28	HEM	mg/L
Demanda Bioquímica de Oxígeno	426.8	DBO	mg/L
Demanda Química de Oxígeno	735	DQO	mg/L
Coliformes fecales	<1.8	-	NMP/100mL

Tabla 22: Resultados de los análisis de aguas residuales, recolectadas del humedal con Jacinto de agua a los 27 días.

Fuente: Propia.

PARÁMETROS	RESULTADOS	SÍMBOLO	UNIDADES
pH	9.07	-	units pH
Temperatura	21.7	T	°C
Sólidos Suspendidos Totales	197.5	TSS	mg/L
Aceites y grasas	5.2	HEM	mg/L
Demanda Bioquímica de Oxígeno	314.1	DBO	mg/L
Demanda Química de Oxígeno	624.7	DQO	mg/L
Coliformes fecales	<1.8	-	NMP/100mL

Tabla 23: Resultados de los análisis de aguas residuales, recolectadas del humedal con lechuga de agua a los 33 días.

Fuente: Propia.

PARÁMETROS	RESULTADOS	SÍMBOLO	UNIDADES
pH	8.04	-	units pH
Temperatura	21.6	T	°C
Sólidos Suspendidos Totales	49	TSS	mg/L
Aceites y grasas	4.7	HEM	mg/L
Demanda Bioquímica de Oxígeno	202.3	DBO	mg/L
Demanda Química de Oxígeno	583.8	DQO	mg/L
Coliformes fecales	2	-	NMP/100mL

Tabla 24: Resultados de los análisis de aguas residuales, recolectadas del humedal con Jacinto de agua a los 33 días.

Fuente: Propia.

PARÁMETROS	RESULTADOS	SÍMBOLO	UNIDADES
pH	8.85	-	units pH
Temperatura	21.8	T	°C
Sólidos Suspendidos Totales	53.5	TSS	mg/L
Aceites y grasas	5.67	HEM	mg/L
Demanda Bioquímica de Oxígeno	345.7	DBO	mg/L
Demanda Química de Oxígeno	687.7	DQO	mg/L
Coliformes fecales	<1.8	-	NMP/100mL

Tabla 25: Resultados de los análisis de aguas residuales, recolectadas del humedal con lechuga de agua a los 37 días.

Fuente: Propia.

PARÁMETROS	RESULTADOS	SÍMBOLO	UNIDADES
pH	8.57	-	units pH
Temperatura	21.7	T	°C
Sólidos Suspendidos Totales	27.5	TSS	mg/L
Aceites y grasas	3.6	HEM	mg/L
Demanda Bioquímica de Oxígeno	265	DBO	mg/L
Demanda Química de Oxígeno	587.5	DQO	mg/L
Coliformes fecales	<1.8	-	NMP/100mL

Tabla 26: Resultados de los análisis de aguas residuales, recolectadas del humedal con Jacinto de agua a los 37 días.

Fuente: Propia.

Respecto de los primeros resultados obtenidos tanto de la laguna de estabilización de donde se derivaron las aguas residuales hacia los humedales artificiales, y los resultados obtenidos de cada humedal, se presentarán las siguientes tablas y gráficos respectivos para cada parámetro analizado.

Para el potencial de hidrógeno, pH se detalla lo siguiente:

PARÁMETRO	pH		
	Laguna de estabilización "B"	Lechuga de agua	Jacinto de agua
Tiempo de retención hidráulica			
Antes del tratamiento	7.53	-	-
14 días	-	9.75	9.68
19 días	-	9.83	9.78
23 días	-	7.83	9.59
27 días	-	7.77	8.63
33 días	-	9.07	8.04
37 días	-	8.85	8.57

Tabla 27: Variación del pH.
Fuente: Propia.

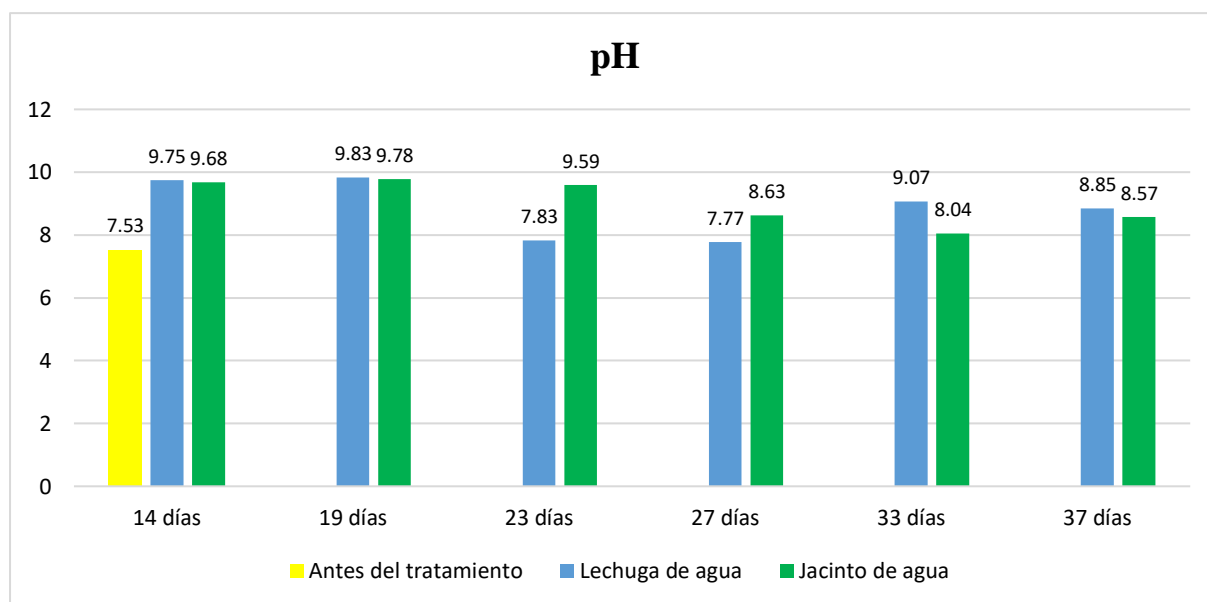


Gráfico 6: Variación del pH de los humedales con las plantas acuáticas, en función del tiempo.
Fuente: Propia.

La gráfica N°6, muestra los resultados de potencial de hidrógeno (pH) de los humedales que contienen las plantas acuáticas lechuga de agua y Jacinto de agua en seis tiempos distintos, durante los primeros 14 días el PH de la laguna de estabilización de donde se derivaron las aguas residuales provenientes del sistema de alcantarillado de la ciudad fue de 7.53, mientras que el del humedal que contenía lechugas de agua produjo un ph básico de 9.75, a diferencia del humedal con Jacinto de agua que solo presentó un PH de 9.68. A los 19 días de investigación, el ph de ambos humedales artificiales presentaron valores de 9.83 y 9.78 tanto para el humedal con lechuga de agua, como para el humedal con Jacinto de agua respectivamente.

Para el día 23 de investigación el ph del humedal que contiene las lechugas de agua descendió a 7.83 siendo este uno de los valores más bajos de potencial de hidrógeno durante el estudio, mientras que el humedal con jacinto de agua se incrementó a 9.59 representando el estado base del agua de ese humedal. Del mismo modo el día 27 de investigación ambos humedales descendieron el potencial de hidrógeno manteniéndose en el estado base teniendo los siguientes valores, 7.77 y 8.63 tanto para el humedal que contenía las lechugas de agua, como para el humedal que contenía los jacintos de agua respectivamente.

Durante la última semana de investigación, el día 33 el ph de los humedales volvió a ascender para el caso del humedal que albergaba las lechugas de agua, en donde el resultado de potencial de hidrógeno fue de 9.07, mientras que, para el humedal con Jacinto de agua el ph obtenido fue de 8.04, siendo este el valor más bajo para este humedal en toda la investigación. Para el día 37, el potencial de hidrógeno descendió en el humedal con lechugas de agua, mientras que el humedal con jacinto de agua ascendió a un valor de 8.57, siendo estos los valores con los que se finalizó la investigación.

Para la temperatura, T° se detalla lo siguiente:

PARÁMETRO	Temperatura		
	Laguna de estabilización "B" (°C)	Lechuga de agua (°C)	Jacinto de agua (°C)
Antes del tratamiento	23.2	-	-
14 días	-	23.2	23.2
19 días	-	21.6	21.6
23 días	-	20.6	20.5
27 días	-	21.8	21.7
33 días	-	21.7	21.6
37 días	-	21.8	21.7

Tabla 28: Determinación de la Temperatura.
Fuente: Propia.

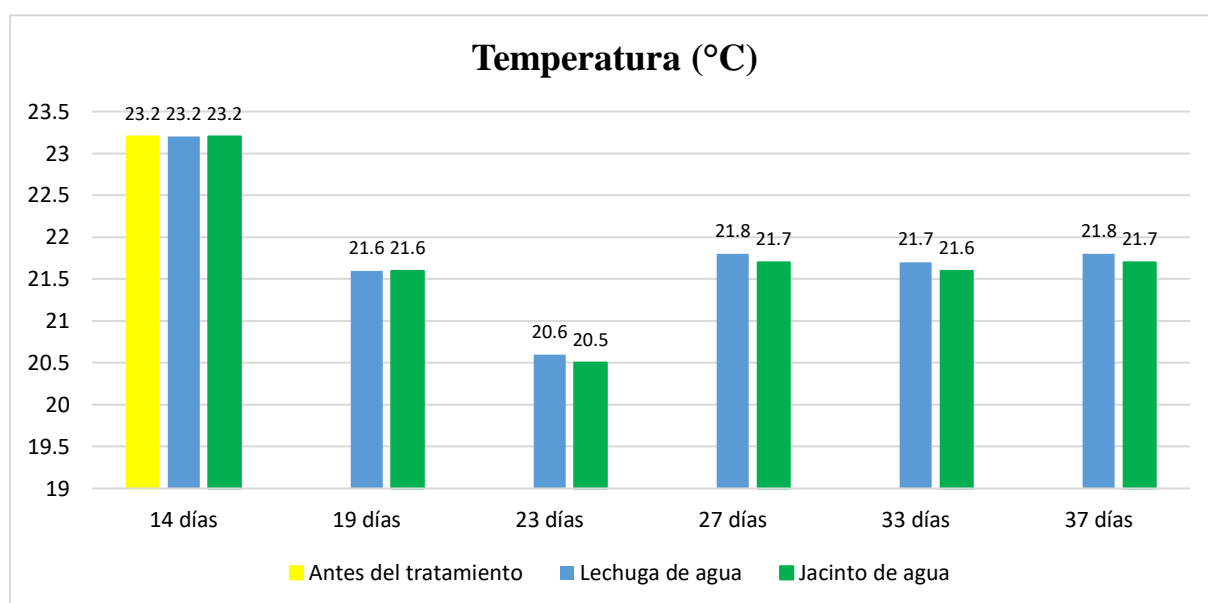


Gráfico 7: Comparación de la temperatura de los humedales con las plantas acuáticas, en función del tiempo.
Fuente: Propia.

La gráfica N°7, muestra los resultados de la temperatura de ambos humedales con las plantas acuáticas correspondientes a seis tiempos distintos, demostrando que los resultados obtenidos a los 14 días de iniciada la investigación la temperatura tanto de los humedales artificiales como de la laguna de estabilización fue de 23.2 °C. Del mismo modo se obtuvieron muestras a los 19 días, de donde se obtuvo una temperatura de 21.6 para ambos humedales artificiales; a los 23 días de investigación la temperatura en ambos humedales descendió obteniéndose, así temperaturas bajas como 20.6°C para el humedal que contuvo a las lechugas de agua y 20.5°C para el humedal con Jacinto de agua. A la

semana cinco, es decir a los 27 días de investigación la temperatura en los humedales se incrementó obteniéndose 21.8°C y 21.7°C tanto para el humedal que albergó a las lechugas de agua, como al humedal que contuvo los jacintos de agua respectivamente.

Para el día 33 y 37 de la investigación, la temperatura varió relativamente manteniéndose en un rango de 21. 8°C y 21.6° para cada humedal como se aprecia en el gráfico presentado.

Para los Sólidos Suspendidos Totales, SST se detalla lo siguiente:

PARÁMETRO	Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)		
	Laguna de estabilización "B" (mg/L)	Lechuga de agua (mg/L)	Jacinto de agua (mg/L)
Antes del tratamiento	133	-	-
14 días	-	491.2	413.8
19 días	-	245	408.8
23 días	-	94	242.5
27 días	-	40.5	137
33 días	-	197.5	49
37 días	-	53.5	27.5

Tabla 29: Determinación de los Sólidos Suspendidos Totales.
Fuente: Propia.

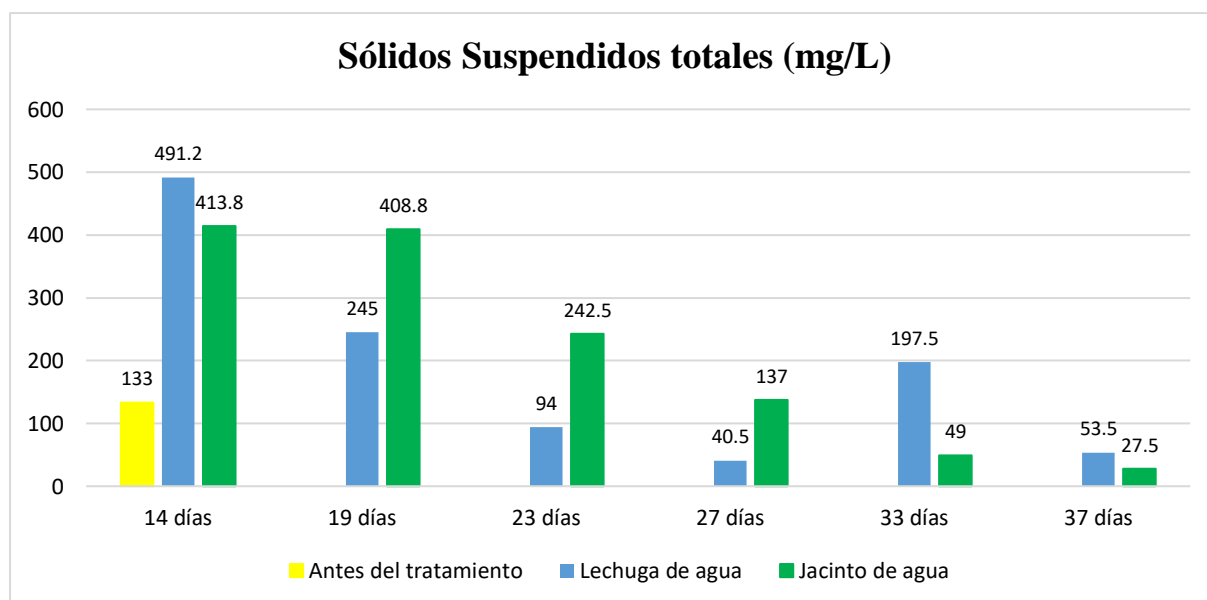


Gráfico 8: Comparación de sólidos suspendidos totales de los humedales que contienen las plantas acuáticas, en función del tiempo.
Fuente: Propia.

La gráfica N°8, muestra los resultados de los sólidos suspendidos totales antes del tratamiento y al finalizar la investigación. Como se observa en el gráfico a los 14 días de iniciada la investigación la cantidad de sólidos suspendidos totales fue de 133 mg/L en la laguna de estabilización, 491.2 mg/L para el humedal con lechugas de agua y 413.8 mg/L para el humedal con Jacintos de agua, valores que descendieron a los 19 días, obteniéndose así para el caso del humedal con lechugas de agua un total de 245 mg/L de sólidos suspendidos totales y 408.8 mg/L en el humedal con jacintos de agua.

Del mismo modo, para el día 23 los valores de este parámetro descendieron a 94 mg/L en el humedal con lechugas de agua y a 242.5 mg/L en el humedal con Jacinto de agua. Al llegar al día 27, es decir a la semana cinco de la investigación, se observó que los valores del parámetro estudiado seguían en descenso, obteniéndose así 40.5 mg/L en el humedal con Lechugas de agua y 137 mg/L en el humedal con jacintos de agua. En referencia al día 33 de la investigación se produjo un ascenso de sólidos suspendidos totales en el humedal con lechugas de agua, consiguiendo un valor de 197.5 mg/L, en comparación al humedal con jacintos de agua que siguió descendiendo y dio un valor de 49 mg/L de sólidos suspendidos totales. Para finalizar la investigación el día 37 se extrajo las últimas muestras para el análisis de este parámetro de donde se obtuvieron los siguientes valores, 53.5 mg/L de sólidos suspendidos totales para el humedal con lechugas de agua y 27.5 mg/L del parámetro mencionado para el humedal con jacintos de agua.

Para el parámetro aceites y grasas, se detalla lo siguiente:

PARÁMETRO	Aceites y grasas (mg/L)		
	Laguna de estabilización "B" (mg/L)	Lechuga de agua (mg/L)	Jacinto de agua (mg/L)
Antes del tratamiento	9.375	-	-
14 días	-	17.52	11.18
19 días	-	21.97	29.5
23 días	-	6.53	5.53
27 días	-	4.55	7.28
33 días	-	5.2	4.7
37 días	-	5.67	3.6

Tabla 30: Determinación del parámetro aceites y grasas.
Fuente: Propia.

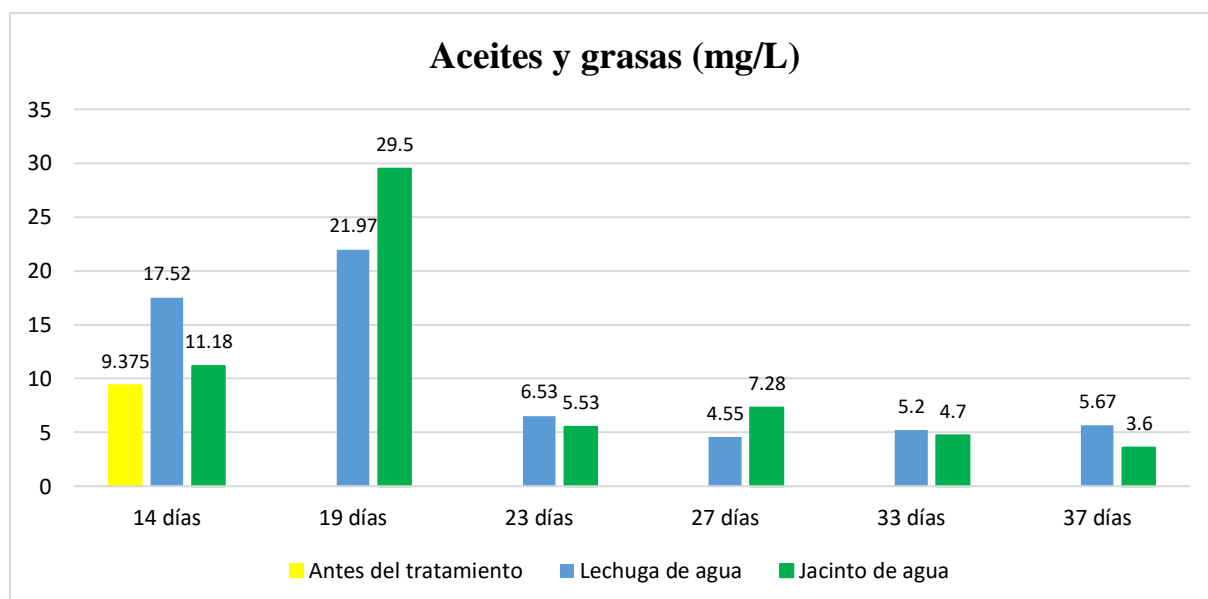


Gráfico 9: Comparación de los aceites y grasas de los humedales con las plantas acuáticas en función del tiempo.
Fuente: Propia.

La gráfica N°9, muestra los resultados del parámetro de aceites y grasas antes del tratamiento dando como valor referencial 9.375 mg/L, mientras que el humedal con lechugas de agua presentó 17.52 mg/L y en el caso del humedal con jacintos de agua el valor obtenido fue de 11.18 mg/L, resultados que consiguieron a los 14 días de iniciada la investigación. A los 19 días se presenciaron los valores más altos dentro de las 6 semanas de estudio, siendo estos 21.97 mg/L y 29.5 mg/L para el humedal con lechuga de agua y el humedal con jacintos de agua respectivamente. Durante la semana cuatro los valores de el

parámetro estudiado descendieron alcanzando valores de 6.53 mg/L para el humedal con lechugas de agua y 5.53 mg/L para el humedal con jacintos de agua; del mismo modo a los 27 días los valores de aceites y grasas siguió descendiendo en el caso del humedal con lechugas de agua teniéndose así, 4.55 mg/L y se incrementó en el humedal con jacintos de agua de donde se obtuvo un valor de 7.28 mg/L. Así mismo el día 33 de investigación se produjo un incremento de los aceites y grasas en el humedal con lechugas de agua de donde se obtuvo un valor de 5.2 mg/L y disminuyó en el humedal con jacintos de agua adquiriendo un valor de 4.7 mg/L.

Al finalizar la investigación en la semana seis, los valores obtenidos fueron de 5.67 mg/L en el humedal con lechugas de agua y 3.6 mg/L para el humedal con jacintos de agua.

Para la demanda bioquímica de oxígeno, DBO se detalla lo siguiente:

PARÁMETRO	Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L)		
	Laguna de estabilización "B" (mg/L)	Lechuga de agua (mg/L)	Jacinto de agua (mg/L)
Antes del tratamiento	197.8	-	-
14 días	-	287.8	294.4
19 días	-	183	225.5
23 días	-	278.4	298.9
27 días	-	209.6	496.8
33 días	-	314.1	202.3
37 días	-	345.7	265

Tabla 31: Determinación de la demanda bioquímica de oxígeno.

Fuente: Propia.

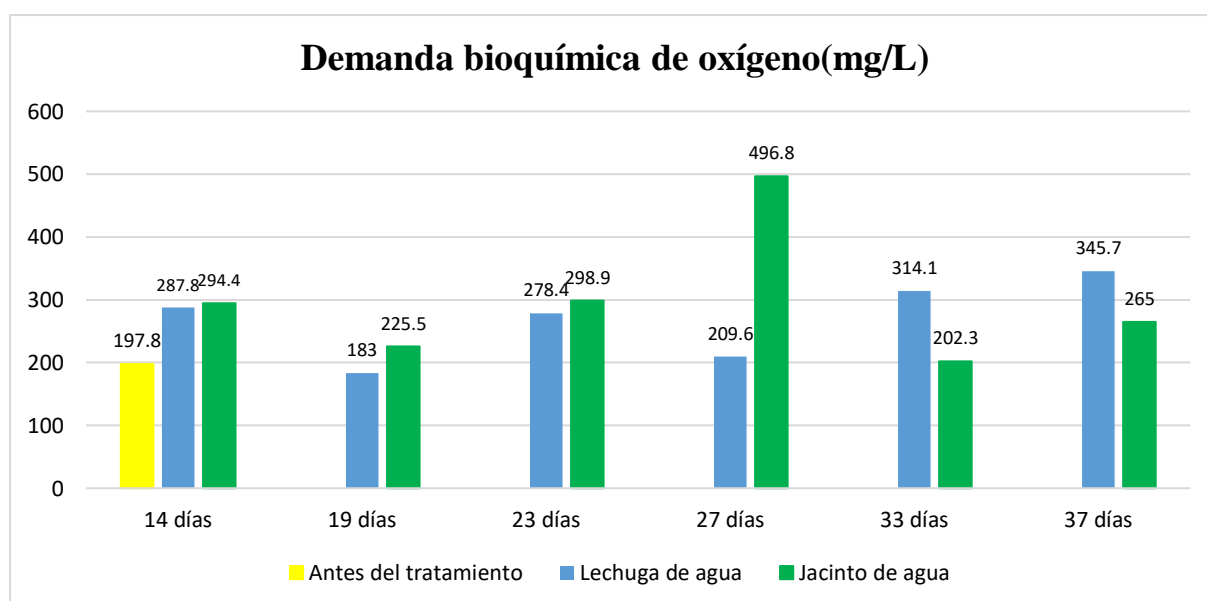


Gráfico 10: Comparación de la demanda bioquímica de oxígeno de los humedales con las plantas acuáticas, en función del tiempo.

Fuente: Propia.

La gráfica N°10, muestra los resultados de la demanda bioquímica de oxígeno antes del tratamiento y durante los seis tiempos de investigación considerados, demostrando que los resultados a los 14 días de iniciada la investigación aumentó de 197.8 mg/L por parte de la laguna de control, a 287.8 mg/L valor correspondiente al humedal con lechuga de agua y a 294.4 mg/L correspondiente al humedal con jacinto de agua. Por otro lado, a los 19 días de investigación la eficiencia del humedal que contienen a las

lechugas de agua fue de 183 mg/L indicando ser mayor a la capacidad de remoción por parte del humedal con jacinto de agua, quien logró 225.5 mg/L. Así mismo, a los 23 días de investigación se observa que la demanda bioquímica de oxígeno se incrementa a un 298.9 mg/L en el humedal que contienen a las lechugas de agua y a 278.4 mg/L en el humedal que contienen a los jacintos de agua.

Del mismo modo, a los 27 días de investigación el valor obtenido de demanda bioquímica de oxígeno fue 209.6 mg/L para el humedal que contuvo a las lechugas de agua y 496.8 mg/L para el humedal con jacintos de agua. Para el día 33, se presentó un incremento de DBO en el humedal con lechugas de agua siendo este 314.1 mg/L y se produjo un descenso del parámetro en el humedal con jacintos de agua, consiguiendo así un valor de 202.3 mg/L. Al finalizar la investigación la DBO en ambos humedales se incrementaron alcanzando valores de 345.7 mg/L y 265 mg/L para cada humedal respectivamente.

Para la demanda química de oxígeno, DQO se detalla lo siguiente:

PARÁMETRO	Demanda química de oxígeno (mg/L)		
	Laguna de estabilización "B" (mg/L)	Lechuga de agua (mg/L)	Jacinto de agua (mg/L)
Antes del tratamiento	563.7	-	-
14 días	-	799.4	714.2
19 días	-	687.9	811.8
23 días	-	595	757.3
27 días	-	538	735
33 días	-	624.7	583.8
37 días	-	686.7	587.5

Tabla 32: Determinación de la demanda química de oxígeno.
Fuente: Propia.

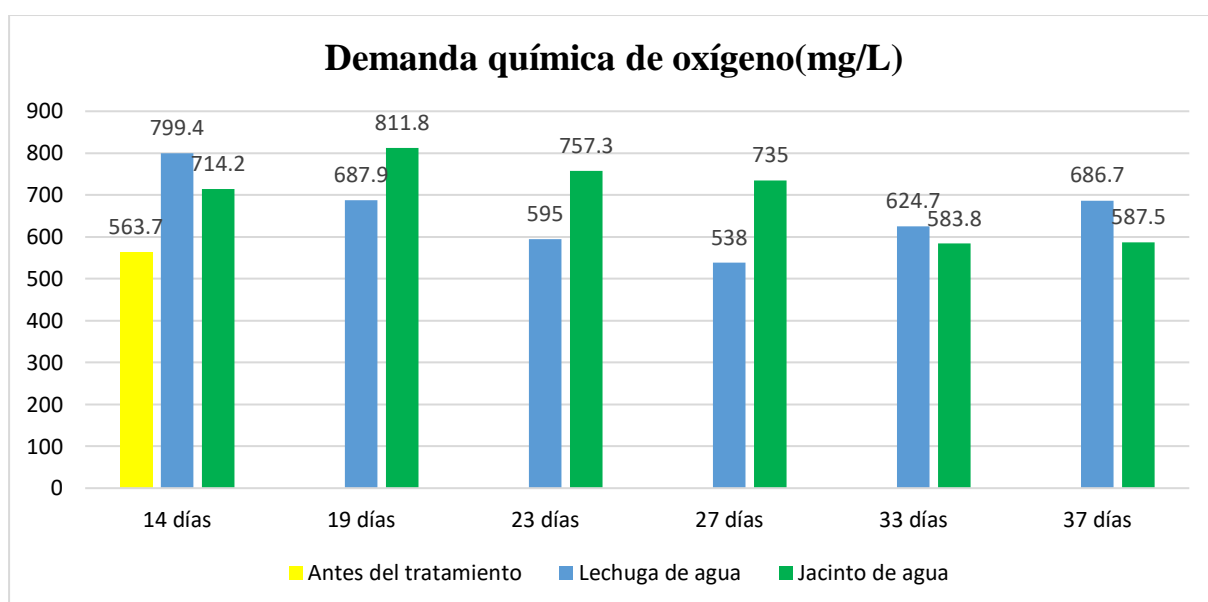


Gráfico 11: Comparación de la demanda química de oxígeno de los humedales con las plantas acuáticas, en función del tiempo.

Fuente: Propia.

La gráfica N°11, muestra los resultados de la demanda química de oxígeno antes del tratamiento y durante los seis tiempos de investigación, demostrando que la laguna de control inicia con una demanda química de oxígeno de 536.7 mg/L y aumenta a medida que pasan los días, en el caso del humedal con lechuga de agua aumentó su demanda química de oxígeno a 799.4 mg/L, mientras que el humedal con jacinto de agua presentó el valor de 714 mg/L, estos resultados obtenidos a los 14 días de iniciada la investigación.

Además, se observa que, a los 19 días el humedal que contiene las lechugas de agua disminuye el valor de la demanda química de oxígeno a 687.8 mg/L, en comparación al humedal con jacintos de agua quien incrementa el parámetro a 811.8 mg/L. Por otro lado, a los 23 días se observa que la demanda química de oxígeno en el humedal con lechugas de agua, se incrementa y alcanza un valor de 757.3 mg/L, mientras que la DQO disminuye a 595 mg/L en el humedal que posee jacintos de agua. Del mismo modo a los 27 días, estos valores fueron descendiendo consiguiendo así 538 mg/L de DQO en el humedal con lechugas de agua y 735 mg/L de DQO en el humedal con jacintos de agua.

En la última semana de investigación, específicamente en el día 33 se produjo un ascenso de DQO en el humedal con lechugas de agua, el resultado fue de 624.7 mg/L mientras que, en el humedal con jacintos de agua se apreció un descenso del cual se obtuvo un valor de 583.8 mg/L. Al finalizar la investigación, en el día 37 los resultados obtenidos para los humedales artificiales tanto para el que contenía a las lechugas de agua como a los jacintos de agua, fueron de 686.7 mg/L y 587.5 mg/L respectivamente.

Para el parámetro de coliformes fecales, se detalla lo siguiente:

PARÁMETRO	Coliformes fecales (NMP/100mL)		
	Laguna de estabilización "B" (NMP/100mL)	Lechuga de agua (NMP/100mL)	Jacinto de agua (NMP/100mL)
Antes del tratamiento	4900000	-	-
14 días	-	<1.8	79
19 días	-	<1.8	<1.8
23 días	-	2	<1.8
27 días	-	<1.8	<1.8
33 días	-	<1.8	2
37 días	-	<1.8	<1.8

Tabla 33: Determinación de los coliformes fecales.
Fuente: Propia.

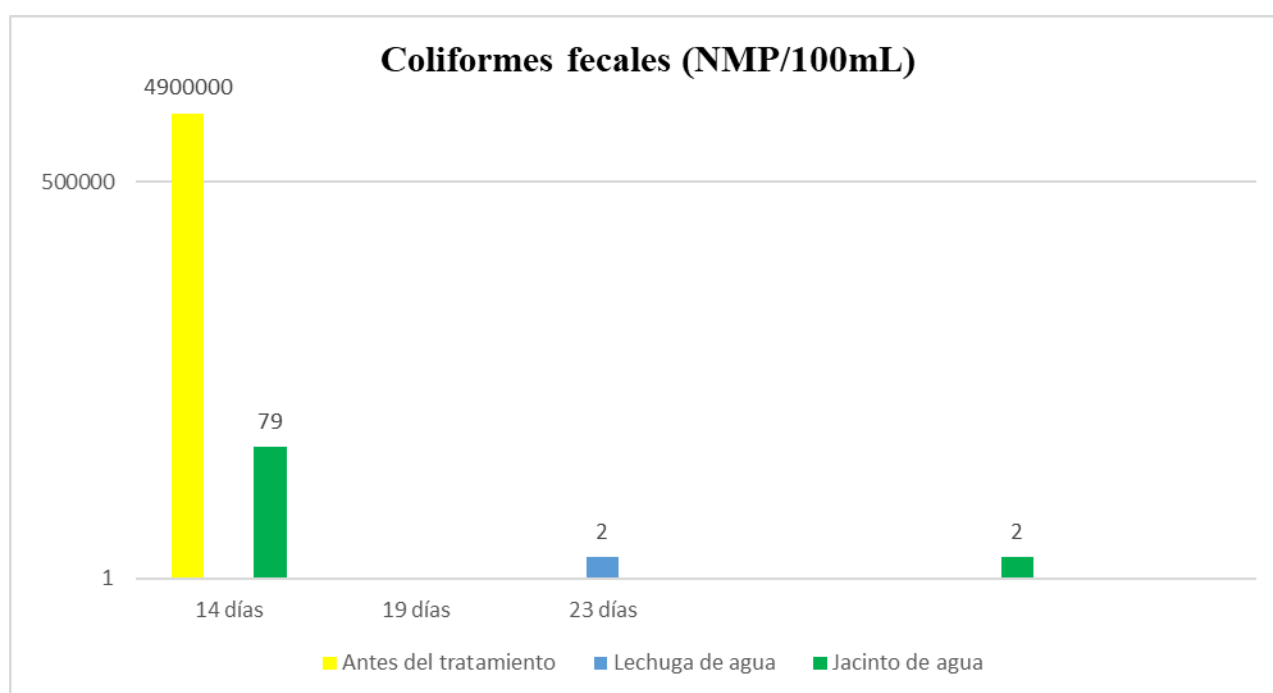


Gráfico 12: Comparación de los coliformes fecales de los humedales con plantas acuáticas, en función del tiempo.
Fuente: Propia.

El gráfico N°12, muestra que la laguna de control presenta un valor de coliformes fecales de 49×10^5 NMP/100MI a los 14 días, mientras que el humedal que contenía a las lechugas de agua presentó un valor de coliformes fecales de 79NMP/ 100MI, en comparación a la laguna que albergó a los jacintos de agua obteniendo un valor menor a 1 del parámetro estudiado. A los 19 días de investigación ambos humedales presentaron valores menores a 1 de

coliformes fecales, hasta llegar a un valor que se mantuvo entre los rangos de 1.8 y 2 NMP/ML a los 37 días de investigación.

Respecto al diseño de la laguna facultativa, la misma que es propuesta en esta presente investigación, fue desarrollada en el programa Microsoft Excel de acuerdo a la normativa vigente perteneciente al capítulo de Aguas residuales del Reglamento Nacional de Edificaciones y de donde se explican y detallan los siguientes datos empleados, procedimientos y resultados.

- **Cálculo de la población de diseño:**

Como primer paso a realizar se calculó la población de diseño proyectada a 10 años, haciendo uso de dos métodos para el cálculo respectivo, tales como el método geométrico y aritmético, que a su vez poseen las siguientes fórmulas:

Método Geométrico:

$$P_f = P_o + rt$$

$$rp = \frac{P_{i+1} - P_i}{t_{i+1} - t_1}$$

Pf = Población futura, al período de diseño
 Po= Último dato de población
 r = Razón de crecimiento
 t = Horizonte de diseño

Método Aritmético:

$$P_f = P_o \times (1 + r)^t$$

$$rp = \sqrt[t_{i+1} - t_i]{\frac{P_{i+1}}{P_i}} - 1$$

Pf = Población futura, al período de diseño
 Po= Último dato de población
 r = Razón de crecimiento
 t = Horizonte de diseño

Con las fórmulas presentadas se realizó el cálculo respectivo y se pudo obtener el valor de la población al año 2031. Como se detalla en el siguiente cuadro, se usó el número de la

población desde el año 1991, teniendo un intervalo de 10 años encontrando así la población al año de diseño mencionado.

CUADRO RESUMEN	
AÑO	POBLACION
1991	11687
2001	11716
2011	10963
2021	13518
2031	14200

Tabla 34: Población al año de diseño.
Fuente: Propia.

- **Cálculo de la temperatura promedio del mes más frío:**

Para este caso, se hizo uso de datos proporcionados por el instituto meteorológico SENAMHI, con la finalidad de obtener la temperatura promedio del mes más frío. Los resultados se muestran a continuación:

Mes	Temperatura Máxima °C	Temperatura Mínima °C	Precipitación (Lluvia) Ml.	Temperatura promedio °C
Enero	27.2	18.9	4	23.05
Febrero	28.8	20.4	7	24.6
Marzo	28.6	20.2	9	24.4
Abril	26.7	18.7	3	22.7
Mayo	25	17.3	1	21.15
Junio	23.6	16.6	0	20.1
Julio	22.8	15.8	0	19.3
Agosto	22.5	15.5	0	19
Setiembre	22.5	15.4	0	18.95
Octubre	22.9	15.7	1	19.3
Noviembre	23.9	16.3	1	20.1
Diciembre	25.4	17.6	2	21.5
PROMEDIO DEL MES MÁS FRÍO				21.18

Tabla 35: Temperatura por mes y promedio de temperatura del mes más frío.
Fuente: SENAMHI. Elaboración propia.

Los resultados obtenidos nos permitirán realizar el diseño completo de la laguna facultativa, para lo cual se tendría el siguiente procedimiento:

1. Parámetros de partida

- **Número de habitantes equivalentes:**

$$\mathbf{Pobf} = 14200 \text{ hab} \quad (\text{calculado anteriormente})$$

- **Temperatura del agua, T° agua: 22.18°C**

Se tendrá en cuenta las siguientes consideraciones:

$T^\circ \text{agua} = T^\circ \text{amb} \pm 1^\circ \text{C}$
Si $T^\circ < 25^\circ \text{C}$
$T^\circ \text{agua} = T^\circ \text{amb} + 1^\circ \text{C}$
Si $T^\circ > 25^\circ \text{C}$
$T^\circ \text{agua} = T^\circ \text{amb} - 1^\circ \text{C}$

Debido a que contamos con una temperatura menos a los 25°C, se tiene que la T° agua será igual a la temperatura del ambiente más un grado centígrado, por lo tanto, la temperatura del agua será, 22. 18°C.

- **Dotación, Dot: 150l/ (hab.d)**

Para este paso se tomará en cuenta la siguiente tabla:

RANGO	CLIMA FRÍO	CLIMA TEMPLADO
<10' hab	120 l/(hab.d)	150 l/(hab.d)
10'<hab<50'	150 l/(hab.d)	200 l/(hab.d)
>50' hab	200 l/(hab.d)	250 l/(hab.d)

Tabla 36: Dotación de agua por habitante por día.

Fuente: IS.010 (RNE)

Considerando que Ciudad Ente cuenta con un clima frío y contará con una población de 14200 habitantes al año de diseño, el mismo que se encuentre entre el rango de 10000 y 50000 habitantes, se tiene que la dotación por habitante será de 150 l/(hab.d)

2. Caudal promedio del efluente a la laguna:

Para este paso, se tendrá en consideración lo indicado por la norma, en donde se indica que existe un porcentaje de remoción de sólidos en suspensión en el efluente del 80%.

$$Q_p = \frac{\text{Población} \times \text{Dotación}}{1000} \times \% \text{Contribución}$$

Reemplazando los valores ya calculados anteriormente se tiene que:

$$Q_p = \frac{14200 \text{ hab} \times 150 \text{ l}/(\text{hab. d})}{1000} \times 80\%$$

$$Q_p = 1704 \text{ m}^3/\text{día.}$$

3. Carga orgánica total diaria (Co)

Para el cálculo de la carga orgánica total diaria se considerará el valor del aporte per cápita de DBO, obtenido de la siguiente tabla, la misma que se encuentra en el artículo 4.3.6 del capítulo de aguas residuales del reglamento y que se muestra a continuación:

APORTES PER CÁPITA		
DBO _{p-c} =	50 g/(hab.d)	
SS _{p-c} =	90 g/(hab.d)	
NH ₃ =	8 g/(hab.d)	
NK=	12 g/(hab.d)	
Ptotal=	3 g/(hab.d)	
ColF=	2.00E+11	Nº bact/(hab.d)
Salm=	1.00E+08	Nº bact/(hab.d)
Nemat=	4.00E+05	Nº huev/(hab.d)

Tabla 37: Aportes per cápita de cada habitante:

Fuente: R.N.E.

$$C = \frac{\text{Población} \times \text{Contribución per cápita (gr DBO / hab x día)}}{1000}$$

Y empleando la siguiente fórmula para el cálculo de la carga orgánica, se tiene que:

$$C = \frac{14200 \text{ hab} \times 50 \text{ gr DBO}/(\text{hab. d})}{1000}$$

$$C_o = 710 \text{ kg DBO/día}$$

4. Tasa de trabajo de la laguna:

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones, para lagunas facultativas la tasa de trabajo está dada por la siguiente fórmula:

$$CS_{\text{diseño}} = 250 \times 1,05^{(T-20)}$$

$$CS_{\text{diseño}} = 250 \times 1,05^{(22,18-20)}$$

$$CS_{\text{diseño}} = 278,06 \text{ kg.DBO}/(\text{ha.d})$$

5. Área necesaria

Para el cálculo de área necesaria se hará uso de la siguiente fórmula, la misma en la que reemplazaremos los valores obtenidos anteriormente:

$$\text{Área} = \frac{\text{Carga}}{CS_{\text{diseño}}}$$

$$\text{Área} = \frac{710 \text{ kgDBO}/\text{día}}{278,06 \text{ kg.DBO}/(\text{ha.d})}$$

$$\text{Área} = 2,55 \text{ ha}$$

$$\text{Área} = 25,534,40 \text{ m}^2$$

6. Dimensionamiento de la laguna facultativa

- **Relación largo / ancho**

$$\frac{L}{W} = 2 \text{ a } 3$$

Para este caso, la relación L/W que se usó fue 2.

- **Profundidad útil de la laguna, hlag:**

La profundidad útil de la laguna deberá estar entre los siguientes rangos:

$$1 < hlag < 3 \text{ siendo la hlag mínima de 1,5m según el R.N.E.}$$

Para este caso la hlag tomado fue 2.

- **Pendiente interior del talud, Stalud:**

$$\text{Stalud} = 1: 1,5 \text{ o } 1: 2$$

Para este caso se usó la relación de talud 1: 2

- **Resguardo sobre la superficie de agua, hlibre:**

Según la altura libre que recomienda la normativa, debe ser mayor a 0.30 m.

$h_{libre} > 0.30$ m, la misma que fue utilizada en este caso.

- **Anchura en superficie de agua, Wsurf:**

$$W_{surf} = \sqrt{\frac{A}{L/W}}$$

$$W_{surf} = \sqrt{\frac{25,534.40 m^2}{2}}$$

$$W_{surf} = 112.99 \text{ m}$$

- **Longitud en superficie de agua, Lsurf:**

$$L_{surf} = \frac{A}{W_{surf}}$$

$$L_{surf} = \frac{25,534.40 \text{ m}^2}{112.99 \text{ m}}$$

$$L_{surf} = 225.98 \text{ m}$$

- **Anchura en fondo de agua, Wfon:**

$$W_{fon} = W_{surf} - 2 * S * h_{mín}$$

$$W_{fon} = 112.99 m - 2 * 2 * 1.5 m$$

$$W_{fon} = 106.99 \text{ m}$$

- **Longitud en fondo de agua, Lfon:**

$$L_{fon} = L_{surf} - 2 * h_{lag} * S$$

$$L_{fon} = 225.95 m - 2 * 2 m * 2$$

$$L_{fon} = 217.98 \text{ m}$$

- Anchura en coronación del talud, W_{cor} :

$$W_{cor} = W_{surf} + 2 * S * h_{libre}$$

$$W_{cor} = 112.99m + 2 * 2 * 0.3m$$

$$W_{cor} = 113.89 \text{ m}$$

- Longitud en coronación del talud, L_{cor} :

$$L_{cor} = L_{surf} + 2 * h_{libre} * S$$

$$L_{cor} = 225.98m + 2 * 0.3m * 2$$

$$L_{cor} = 227.18 \text{ m}$$

7. Volumen de almacenamiento:

$$V_{alm} = \frac{h_{lag}}{3} * (A_M + A_m + \sqrt{A_M * A_m})$$

$$V_{alm} = \frac{2}{3} * ((225.98 * 112.99) + (106.99 * 217.98) + \sqrt{(225.98 * 112.99) * (106.99 * 217.98)})$$

$$V_{alm} = 48,840.26 \text{ m}^3$$

8. Evaporación superficial:

Para este caso, se consideró una evaporación diaria de 0.002 m.

$$E_v = A * E_v \text{ diaria}$$

$$E_v = 25,534.40 \text{ m}^2 * 0.002 \text{ m/día}$$

$$E_v = 51.07 \text{ m}^3/\text{día}$$

9. Parámetros de tratamiento – remoción:

- Tiempo de retención, T_r

Para ello se hará uso primero del caudal equivalente, el mismo que se desarrolla de la siguiente manera:

$$Q_e = Q_p - E_v$$

$$Q_e = 1704 \text{ m}^3/\text{día} - 51.07 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$Q_e = 1652.93 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$T_r = \frac{V_{alm}}{Q_e}$$

$$Tr = \frac{48,840.26 \text{ m}^3}{1652.93 \text{ m}^3/\text{día}}$$

$$Tr = 29.55 \text{ días}$$

Dando como tiempo de retención hidráulica aproximadamente 30 días.

- **Tiempo de retención real, R:**

Es necesario corregir el tiempo de retención hidráulico y para ello la norma proporciona un factor de corrección que está entre los intervalos de 0.3 y 0.8. Al sacar un promedio, se usó un factor de retención hidráulico de 0.6.

$$Fch = 0.6$$

$$PR_{real} = PR_{teorico} \times Fch$$

$$Tr_{real} = 29.55 \times 0.6$$

$$Tr_{real} = 17.73 \text{ días}$$

- **Remoción bacteriana patógena en laguna facultativa:**

Según el reglamento nacional de edificaciones y la tabla mostrada líneas arriba del aporte per cápita. La carga bacteriana será la siguiente:

$$Carga \text{ bacteriana} = 2.00E + 11 \text{ CF}/(\text{hab. d})$$

En donde CF, son los coliformes fecales.

Entonces se realiza el cálculo de la carga bacteriana que ingresa al afluente (No), haciendo uso de la siguiente fórmula.

$$No = (Pobf \times Carga \text{ bacteriana } CF / \text{hab. dia}) (Qp - Ev)$$

Será necesario usar un factor de corrección que se indica a continuación:

$$F.C. = 1.00E - 06 \text{ (de } N^{\circ} \text{ bac/ m}^3 \text{ a NMP/100mL)}$$

Reemplazando los valores en la fórmula mostrada, se tiene entonces que:

$$No = (14200 \text{ hab} \times 2 \times 10^{11} \text{ CF}/\text{hab. dia}) / (1704 \text{ m}^3/\text{día} - 1.00E)$$

$$No = 1.667 + 06 \text{ NMP}_{CF}/100\text{mL}$$

- **Análisis de la eficiencia en la remoción de patógenos en la laguna facultativa:**

En este análisis intervienen las siguientes variables:

Periodo de Retención Real	PRreal	17.73	días
T° promedio del agua en el mes más frío	T	22.18	°C
Largo del espejo de agua	Le	225.98	m
Ancho del espejo de agua	We	112.99	m
Tirante de agua	h	2	m

Tabla 38: Variables para cálculo de eficiencia de remoción de patógenos.

Fuente: Propia.

Los parámetros y resultados calculados según el modelo de flujo disperso son:

- ❖ Coeficiente de dispersión (d)

$$d = \frac{1.158 \times [R \times (W + 2Z)^{0.489}] \times W^{1.511}}{(T + 42.5)^{0.734} \times (L \times Z)^{1.489}}$$

$$d = 1.391 \text{ l/día.}$$

- ❖ Coeficiente de mortalidad bacteriana neto a 20°C (K20)

Teniendo en cuenta que el valor de K20 está entre un rango de 0.6 y 1.

Para este caso, se ha considerado usar el promedio de ambos valores, entonces se tiene que:

$$K_{20} = 0.80 \text{ l/día}$$

- ❖ Coeficiente de mortalidad neto a 20°C (Kb)

$$K_b = K_{20} \times 1.05^{(T-20)}$$

$$K_b = 0.80 \text{ l/día} \times 1.05^{(22.18-20)}$$

$$K_b = 0.89$$

- ❖ Coeficiente “a”

$$a = \sqrt{(1 + 4 \times K_b \times R \times d)}$$

$$a = \sqrt{(1 + 4 \times 0.80 \times 17.73 \times 1.391)}$$

$$a = 9.422$$

- ❖ Concentración final de patógenos (Coliformes) en el efluente

$$N = \frac{N_0 \times 4 \times a \times e^{((1-a)/2d)}}{(1+a)^2}$$

$$N = \frac{(1.667E + 06 \text{ NMP}_{CF}/100\text{mL}) \times 4 \times 9.422 \times e^{((1-9.422)/(2 \times 1.391))}}{(1 + 9.422)^2}$$

$$N = 2.80 \times 10^4 \text{ NMP}_{CF}/100\text{mL}$$

Se debe tener en cuenta que los límites máximos permisibles de coliformes fecales que indica el Ministerio del Ambiente en su decreto N°003 es el siguiente:

$$\text{LMP} = 10^4 \text{ NMP}_{CF}/100\text{mL}$$

- ❖ Análisis de la eficiencia en la remoción de DBO en la laguna facultativa:

Coeficiente de decaimiento neto a T° 20°C

Mora (1976) $kb = 0.3 \times 1.05^{(T-20)}$

$$kb = 0.3 \times 1.05^{(22.18-20)}$$

$$kb = 0.334$$

Lima (1984) $0.796 \times R^{-0.355} \times 1.085^{(T-26)}$

$$kb = 0.796 \times 17.73^{-0.355} \times 1.085^{(22.18-26)}$$

$$kb = 0.210$$

Para este caso, se hará uso del kb promedio, el cual da un valor de:

$$kb = 0.272$$

La concentración inicial de DBO que ingresa con el afluente es:

$$S_o = C_o / Q_p$$

F.C.= 1000 (de kg/m³ a mg/L)

$$S_o = \frac{710 \text{ kg.DBO/día}}{1704 \text{ m}^3/\text{día} \times 1000 \text{ mg/L}}$$

$$S_o = 416.7 \text{ mgDBO/l}$$

Los parámetros y resultados calculados según el modelo de flujo disperso son:

Coefficiente de dispersión (d)

$$d = 1.391 \text{ l/día}$$

Coefficiente de decaimiento neto a T° 20°C (kb) :

$$k_b = 0.272$$

Coefficiente “a”, recalculado con los valores mostrados:

$$a = 5.27$$

❖ Concentración final de DBO en el efluente:

$$S = S_o * 4 * a * e^{\frac{(1-a)/(2d)}{(1+a)^2}}$$

$$S = 48.05 \text{ mg DBO/L}$$

• **Período de limpieza de laguna por acumulación de lodos:**

Remoción de lodos

Acumulación : 120 l/(hab.año)

Restricción : V_{lodo} ≤ 50%h_{lag}

V_{lodo} (anual) : 1704 m³/año

h_{lag} : 1.00

A_m : 23332.56 m²

A_M : 25534.40 m²

$$V_{\text{máxlodos}} = \frac{h_{50\%}}{3} * (A_M + A_m + \sqrt{A_M * A_m})$$

Reemplazando los valores en la fórmula mostrada, el valor del volumen máximo de lodos que se generaría sería el siguiente:

$$V_{\text{lodos}} (50\%h_{\text{lag}}) = 12210.066 \text{ m}^3$$

Luego de calculado el Volumen de lodos generado al 50% de la altura de la laguna, se observa que cumple con la restricción que, el Volumen de lodos generados al año es menor al volumen de lodos calculado.

Es entonces que se puede calcular el período de limpieza, con la siguiente fórmula:

$$tiempo_{limpieza} = \frac{V_{lodos (50\%hlag)}}{V_{lodos\ anual}}$$

$$tiempo_{limpieza} = \frac{12210.066\ m^3}{1704\ m^3/año}$$

$$tiempo_{limpieza} = 7.17\ años \quad \therefore tiempo_{limpieza} = 7\ años$$

Teniendo en cuenta que el capítulo de aguas residuales del Reglamento Nacional de Edificaciones, indica que el tiempo de limpieza debe estar entre el rango de 5 a 10 años, se concluye que el tiempo de limpieza calculado está dentro del rango reglamentado.

Para culminar con los resultados obtenidos, se mostrará el dimensionamiento final de la laguna de facultativa, recreado en el programa Microsoft Excel.

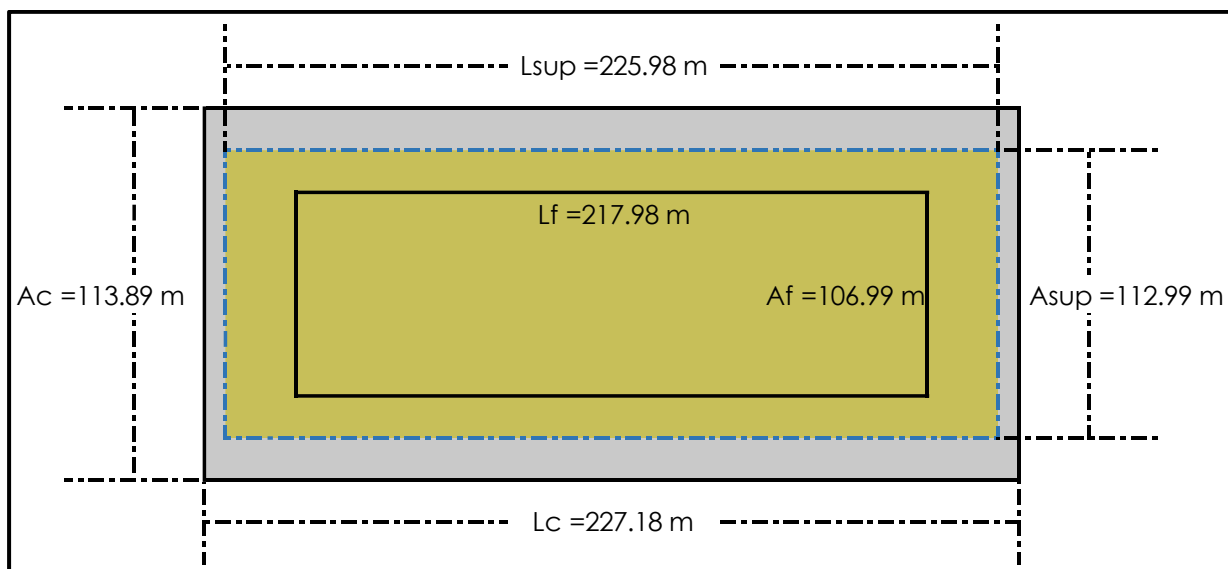


Ilustración 1: Dimensiones de la laguna facultativa final.

Fuente: Propia.

Siguiendo con el diseño de la laguna facultativa, pero esta vez en el software DISLAG, se mostrarán los procedimientos y resultados obtenidos a partir de su uso.



Figura 4: Inicio de programa DISLAG.
Fuente: Propia.

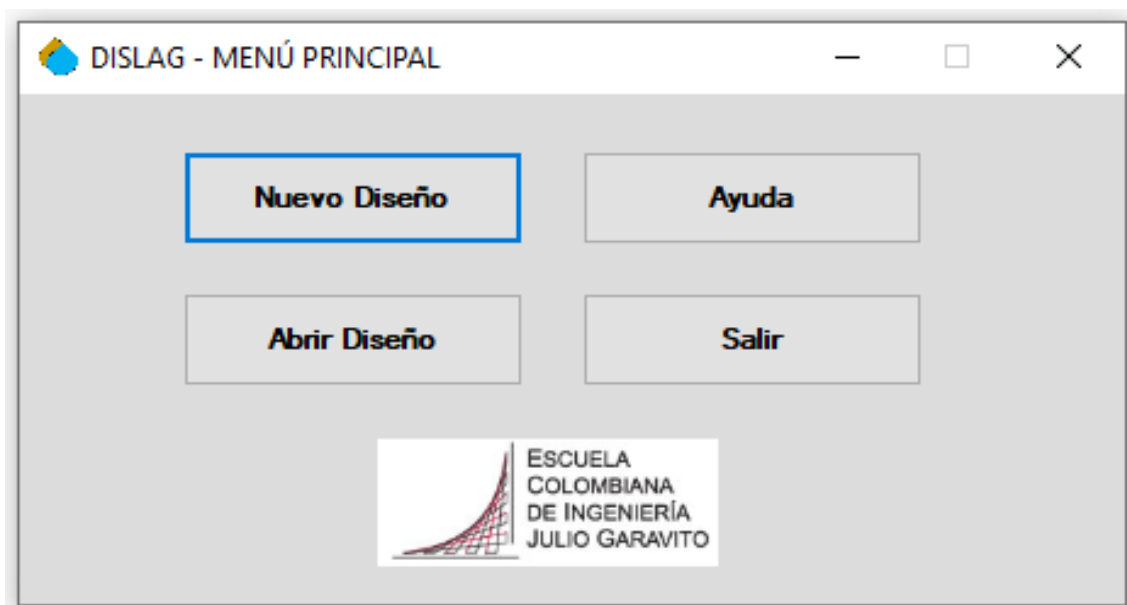


Figura 5: Elaboración del nuevo diseño de lagunas.
Fuente: Propia.

Datos de entrada para el diseño:

Condiciones del proyecto

Año de horizonte de diseño: 2031 Población al periodo de diseño: 14200 Caudal de diseño: 12.5 l/s

Desea verificar el proyecto con los objetivos de calidad del cuerpo de agua receptor? SI NO Ingresar Datos

Caracterización del afluente del sistema de alcantarillado:

DBO (mg/l): 656 SST (mg/l): 175 Coliformes Fecales (NMP/100mL): 1400000

Condiciones climáticas de la zona geográfica del proyecto: Nombre del proyecto:

Temperatura ambiente del mes más frío (°C): 21.18 LAGUNA FACULTATIVA - CIUDAD ETEN

Volver Guardar Salir Módulo Selección Configuración de Lagunas

Figura 6: Colocación de datos de partida obtenidos del programa Microsoft Excel.
Fuente: Propia.

Restricción de Área:

Si se tiene conocimiento de alguna restricción de área por afectación predial, cercanía de población, zonas de protección ambiental, zonas de riesgo u otra consideración, ingrese el valor en la casilla.

Área (ha): 2

Guardar Volver al Menú Configuración Lagunas

Figura 7: Colocación de la restricción de área en la zona de estudio.
Fuente: Propia.

DISLAG - CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA

Selección de la configuración de las lagunas:


Tipo 1: Diseño Individual

Tipo 2: Diseño en Serie Completo

Tipo 3: Diseño en serie secundario

Tipo 4: Diseño anaeróbicas en paralelo y en serie facultativa y maduración

Tipo 5: Diseño Facultativas en serie y maduración



Existe restricción de área? SI NO **Ingresar Área**

Módulo Diseños Volver al Módulo Datos Salir

Figura 8: Selección del tipo 5 del sistema de lagunas, que cuenta con dos lagunas anaerobias, una laguna facultativa y una laguna de maduración.

Fuente: Propia.

DISLAG - DISEÑO LAGUNA ANAEROBIA

Diseño de Laguna Anaerobia

Profundidad útil de la laguna: m

Método de Diseño

Periodo de retención Carga Orgánica Volumétrica

días mg/l

Resultados del Diseño

Periodo de Retención	<input type="text" value="4"/>	días
Carga Orgánica Volumétrica	<input type="text" value="164"/>	g DBO/m ³ .d
Carga Orgánica Superficial	<input type="text" value="9840"/>	kg DBO/ha.d
Carga Orgánica Total	<input type="text" value="708.48"/>	kg DBO/d
Área Superficial Media	<input type="text" value="720"/>	m ²
DBO Afluente	<input type="text" value="656"/>	mg/l
DBO Efluente	<input type="text" value="335.24"/>	mg/l
Eficiencia Remoción DBO	<input type="text" value="48.9"/>	%
Coliformes Afluente	<input type="text" value="1400000"/>	NMP/100 ml
Coliformes Efluente	<input type="text" value="101673"/>	NMP/100 ml
Eficiencia Remoción Coliformes	<input type="text" value="92.74"/>	%

Volver **Calcular** **Siguiente** **Salir**

Figura 9: Colocación de datos para el cálculo del dimensionamiento de las lagunas anaerobias en serie.

Fuente: Propia.

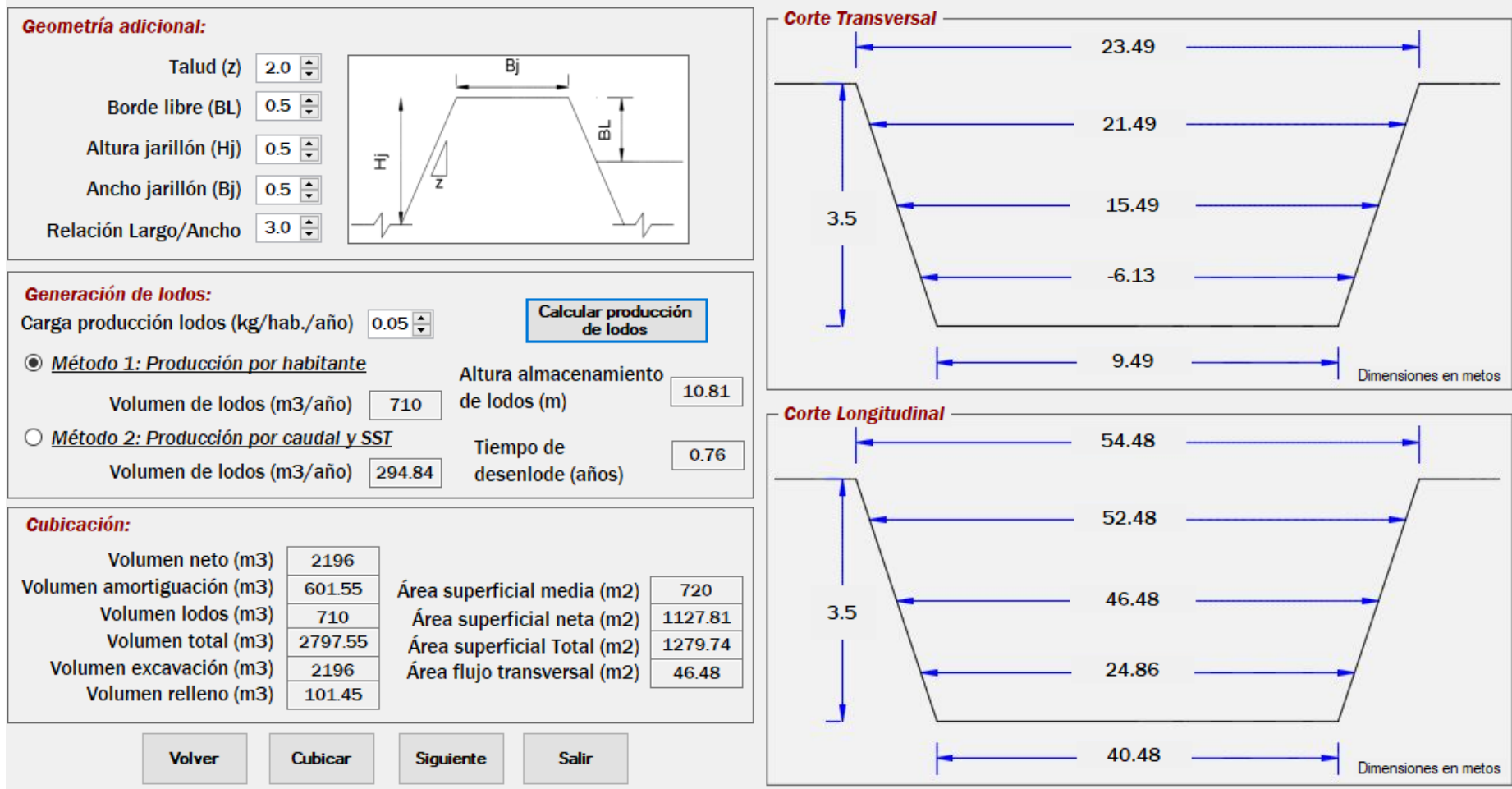


Figura 10: Dimensionamiento de las lagunas anaerobias.
Fuente: Propia.

DISLAG - DISEÑO LAGUNA FACULTATIVA

Seleccione el Modelo de Diseño de Laguna Facultativa

Modelos de Carga Superficial Volver

Modelo de Flujo Arbitrario Siguiete

Modelo de Flujo Pistón Salir

Mezcla Completa y Cinética de Primer Orden

Modelo Empírico de Gloyna

Figura 11: Selección del modelo de diseño de la laguna facultativa.
Fuente: Propia.

DISLAG - DISEÑO LAGUNA FACULTATIVA

Diseño por el método de flujo disperso

Profundidad útil de la laguna: m Relación constante reacción y periodo de retención ($K\theta$) Número de dispersión de flujo (d)

DBO Afluente	335.24	mg/l
DBO Efluente	159.29	mg/l
Área Superficial Media	3316.44	m ²
Carga Orgánica Superficial	1091.7	kg DBO/ha.d
Carga Orgánica Volumétrica	54.59	g DBO/m ³ .d
Eficiencia Remoción DBO	52.48	%
Coliformes Afluente	101672.934	NMP/ 100ml
Coliformes Efluente	27821	NMP/ 100ml
Eficiencia Remoción Coliformes	72.64	%
Periodo de retención	6.14	días

Constante de remoción CF:

Sáenz 0.65 d⁻¹

León 0.57 d⁻¹

Constante de reacción de primer orden (K) d⁻¹

Relación largo ancho

Largo m Ancho m

Verificación número dispersión

Volver

Siguiete

Calcular

Salir

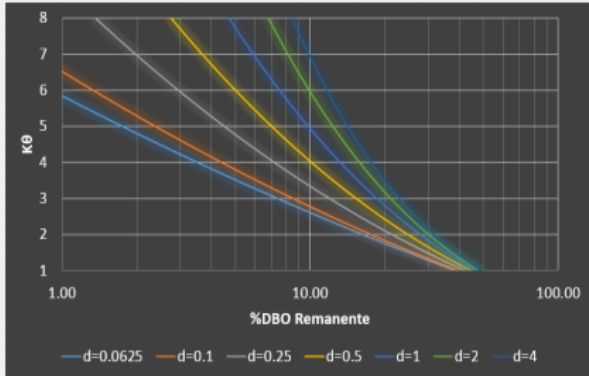


Figura 12: Diseño por el método de flujo disperso y gráfico de DBO.
Fuente: Propia.

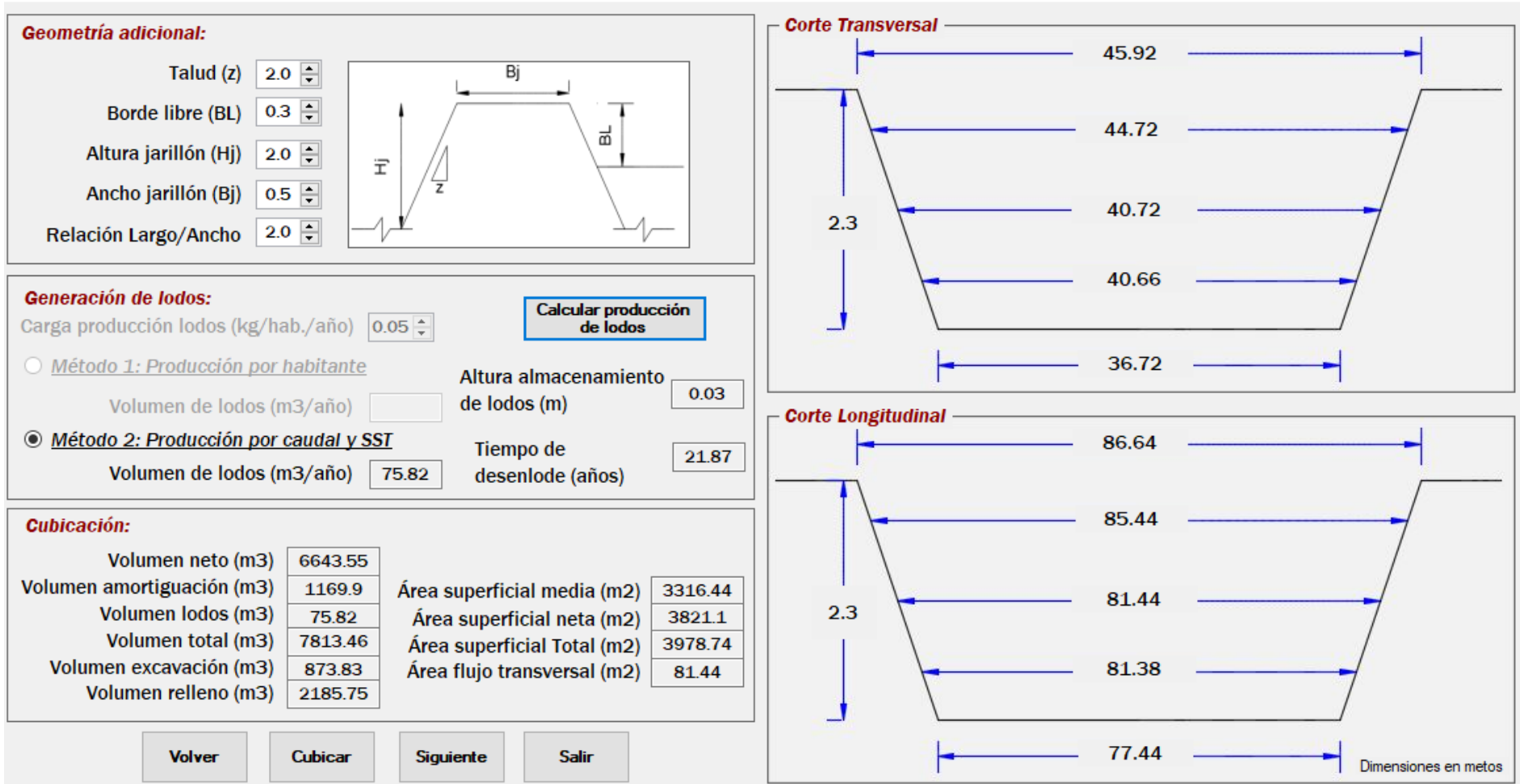


Figura 13: Dimensionamiento de la laguna facultativa.

Fuente: Propia,

DISLAG - DISEÑO LAGUNA DE MADURACIÓN

Diseño de Laguna de Maduración

Profundidad útil de la laguna: m

Número de lagunas:

Periodo de retención: días

Constante de remoción de coliformes (d^{-1}):

Mezcla Completa Flujo disperso

Marais Sáenz

Ramirez León

Flujo pistón

Klock Bowles

Ramirez

Resultados del diseño

Carga Orgánica Volumétrica	<input type="text" value="63.72"/>	g DBO/m ³ .d
Carga Orgánica Superficial	<input type="text" value="955.74"/>	kg DBO/ha.d
Carga Orgánica Total	<input type="text" value="344.07"/>	kg DBO/d
Área Superficial Media	<input type="text" value="3600"/>	m ²
DBO Afluente	<input type="text" value="318.58"/>	mg/l
DBO Efluente	<input type="text" value="75.13"/>	mg/l
Eficiencia Remoción DBO	<input type="text" value="76.42"/>	%
Coliformes Afluente	<input type="text" value="27821"/>	NMP/100 ml
Coliformes Efluente	<input type="text" value="3980"/>	NMP/100 ml
Eficiencia Remoción Coliformes	<input type="text" value="85.69"/>	%

Volver **Calcular** Siguiente Salir

Figura 14: Diseño de la laguna de maduración.
Fuente: Propia.

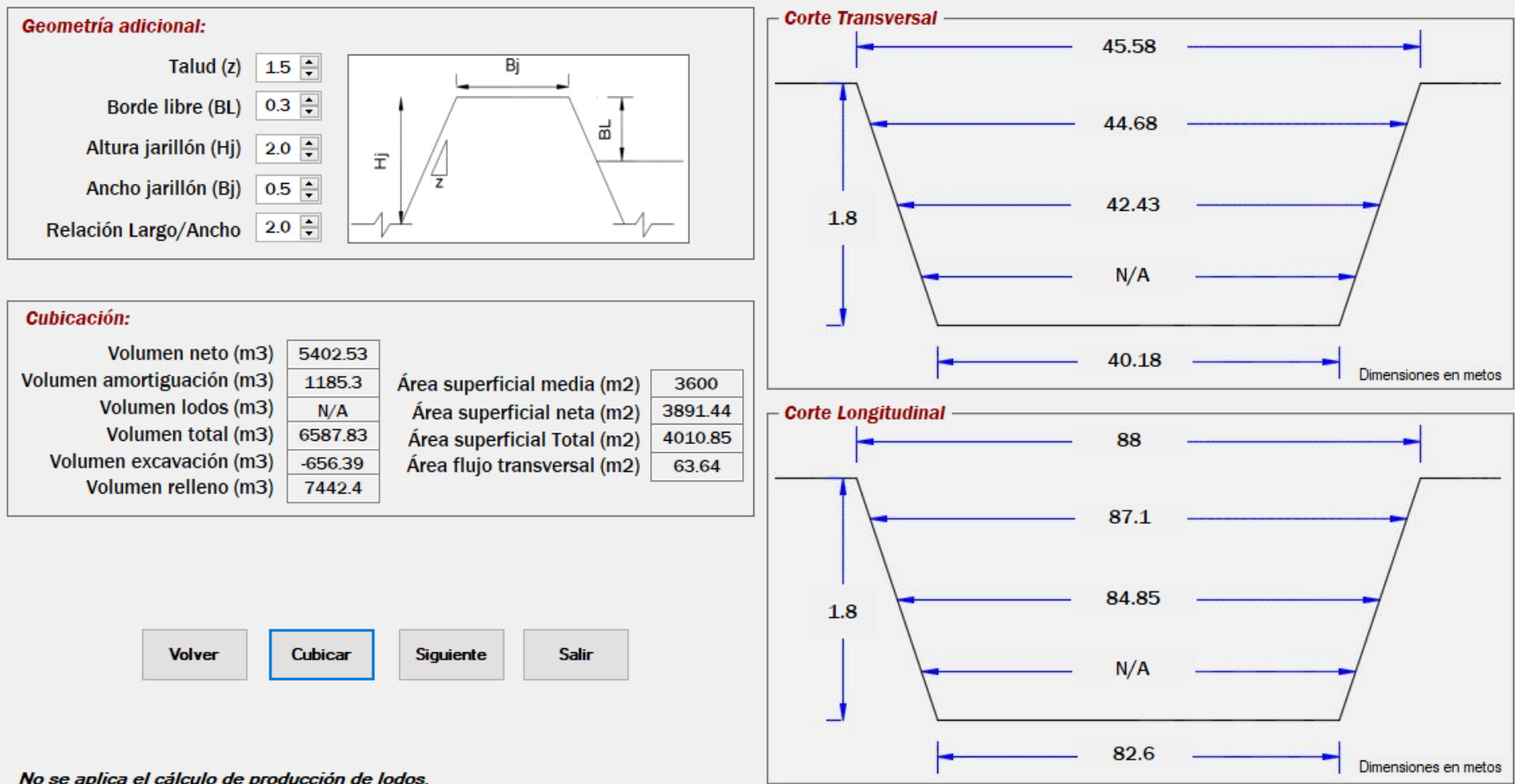


Figura 15: Dimensionamiento de la laguna de maduración.
Fuente: Propia.

En cuanto al presupuesto de la laguna facultativa diseñada en el programa de Microft Excel, pudimos obtener lo siguiente:

Imagen 1: Presupuesto de la laguna facultativa diseñada.

PRESUPUESTO DE OBRA						
<i>Obra:</i> LAGUNA FACULTATIVA						
<i>Ubicación:</i> Ciudad Eten						
<i>Fecha:</i> 06/06/2021						
PARTIDA	DESCRIPCION	UND	METRADO	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
01.01	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA OBRA	M2	25873.53	2.00	S/ 3.07	S/ 158,770.33
01.02	EXCAVACIÓN DE ZANJAS PARA LAGUNA	M3	25533.48	2.00	S/ 1.13	S/ 57,700.56
02.01	COLOCACIÓN DE GEOMEMBRANA	M3	51747.06	2.00	S/ 126.98	S/ 13,141,683.46
	COSTO DIRECTO				S/ 131.18	S/ 13,358,154.35
	GASTOS GENERALES (20%)					S/ 38,910.00
	SUB TOTAL					S/ 13,397,064.35
	IGV (18%)					S/ 2,411,471.58
	TOTAL					S/ 15,808,535.93
SON : QUINCE MILLONES, OCHOCIENTOS OCHO MIL QUINIENTOS TREINTA Y CINCO CON 93/100 SOLES						

Fuente: Propia.

DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados mostrados, respecto a los análisis de las aguas residuales tanto de la laguna de control como de los humedales artificiales, se puede mencionar lo siguiente para cada parámetro.

El nivel de potencial de hidrógeno (pH) en el caso de la laguna de control, es decir, la laguna de estabilización “B”, de donde se derivaron las aguas residuales hacia los humedales contempla un pH de 7.53, que significa, que las aguas residuales provenientes del sistema de alcantarillado de ciudad Eten ingresan en un estado ácido casi neutro, pero con el paso del tiempo este va variando en los humedales que cuentan con las plantas acuáticas incorporadas. El rango en el que se presentan los valores de potencial de hidrógeno se encontró entre 7.77 y 9.68 respectivamente. En resumen, los valores obtenidos demuestran que la actividad microbiana que se lleva a cabo en las aguas residuales incrementa y favorece el proceso de desnitrificación, ya que transforma los nutrientes (nitritos y nitratos) en nitrógeno gaseoso, beneficioso para los hábitats acuáticos. [9]

En cuanto a la temperatura, se puede observar en los resultados mostrados con anterioridad en los gráficos que, antes del tratamiento tanto las lagunas de control como los humedales artificiales presentaban la misma temperatura, pero a medida del paso de los días esta fue disminuyendo en ambos humedales, Esta variación se debe al proceso de nitrificación, en donde el amoníaco proveniente de las coliformes fecales y material putrefacto de las plantas acuáticas, se oxida hasta convertirse primero en nitritos y luego en nitratos aportando así nitrato a la plantas y actuará como una importante fuente de nitrógeno. Esto significa que las bacterias que oxidan los materiales mencionados mediante el uso de rayos ultravioleta, darán como resultado temperaturas medianamente templadas.

Respecto a los sólidos suspendidos totales se puede diferir que, antes del tratamiento la laguna de control, es decir la laguna de estabilización “B” cuenta con un valor mínimo de SST el mismo que es 133 mg/L, mientras que los sólidos suspendidos totales en ambos humedales a los 14 días de iniciarse la investigación incrementa a 491.2 mg/L en el humedal con lechugas de agua y a 413.8mg/L en el humedal con jacintos de agua. A los 19 días de investigación se pudo observar además que, estos valores fueron disminuyendo en ambos humedales, en el caso

del humedal con lechugas de agua disminuyó a 245 mg/L, mientras que el humedal con jacintos de agua contó con 408.8 mg/L. Finalmente a los 37 días ambos humedales presentaron un descenso considerable de sólidos suspendidos totales como, 53.5 mg/L en el humedal con lechugas de agua y a 27.5 mg/L en el humedal con jacintos de agua, demostrando que la eficiencia para remover este parámetro la tiene la *eichhornia crassipes* o Jacinto de agua.

Para el siguiente parámetro evaluado que fue aceites y grasas se pudo diferir que, antes del tratamiento, el agua residual de la laguna de control contó con un valor de aceites y grasas de 9.375 mg/L, valor que al transcurrir los 14 días de investigación presentó un incremento dentro del humedal que contaba con lechugas de agua, dando un valor de 17.52 mg/L pero que en el humedal con Jacinto de agua solo subió a 11.18 mg/L. Por otro lado, se pudo observar que a los 19 días el incremento fue altamente notable ya que los valores ascendieron a 21.97 mg/L en el humedal con lechugas de agua y 29.5 mg/L en el humedal que contenía a los jacintos de agua, refiriéndose así a algunos antecedentes que indican que las plantas acuáticas flotantes aportan en un 4% de aceites y grasas al agua en el que habitan. Por último, se observó un descenso considerable a los 37 días de investigación, de donde se obtuvieron valores más bajos que el inicial, siendo estos 5.67 mg/L de aceites y grasas para el humedal artificial con lechuga de agua y 3.6 mg/L del parámetro mencionado para el humedal con Jacinto de agua, concluyendo de que la *eichhornia crassipes* o también llamado Jacinto de agua, posee una mayor capacidad de remoción de aceites y grasas del agua residual analizada.

De acuerdo al parámetro de la demanda bioquímica de oxígeno, antes del tratamiento se contó con un valor de 197.8 mg/L, valor que a los 14 días de investigación se incrementó a 278.8 mg/L en el humedal que contenía a las lechugas de agua y a 294.4 mg/L en el humedal con jacintos de agua; así mismo en el día 19 de la investigación se puede notar que se reduce el valor de la DBO en el caso del humedal con lechugas de agua, dando un valor de 183 mg/L valor que está por debajo del valor inicial o antes del tratamiento, mientras que en el caso del humedal con jacintos de agua disminuyó también a 225.5 mg/L. Así mismo durante el día 23 de investigación se observó que la demanda bioquímica de oxígeno aumento excesivamente en ambos humedales dando los valores de: 298.9 mg/L en el humedal con lechuga de agua y 278.4 mg/L en el humedal con Jacinto de agua; pero, durante los 14 días próximos estos valores se mantuvieron en un rango de 202.3 mg/L de demanda bioquímica de oxígeno y 496.8 mg/L del parámetro mencionado, siendo estos el valor más bajo y el valor más alto en toda la investigación, los mismos que corresponden al humedal con Jacinto de agua. De este modo, en

cuanto a la DBO presente en el agua residual luego de los análisis, se puede decir que las plantas acuáticas al crecer y proporcionar oxígeno, las bacterias tanto anaerobias como aerobias requieren un tiempo de adaptación para poder degradar las sustancias orgánicas existentes en el agua residual.

Como penúltimo parámetro evaluado, en este caso la demanda química de oxígeno se pudo observar que, la laguna de control de donde se derivaron las aguas residuales hacia los humedales presentó un valor inicial de 563.7 mg/L, mientras que a los 14 días de iniciada la investigación este valor se incrementó a 799.4 mg/L en el humedal con lechugas de agua, mientras que en el humedal con jacintos el valor obtenido fue de 714.2 mg/L. Dentro del marco de investigación a los 19 días, la DQO varió en los humedales dando resultados dentro del rango de 687 mg/L para el humedal con lechuga de agua y 811.8 mg/L para el humedal con Jacinto de agua. Ya para el día 23 se pudo determinar que el humedal que contenía a las lechugas de agua incrementó el valor de la DQO a 757.3 mg/L y en el caso del humedal con Jacinto de agua disminuyó a 595 mg/L; valores que se mantuvieron entre los rangos de 538 mg/L y 735 mg/L durante los últimos 14 días de investigación, esto quiere decir que las plantas acuáticas durante el tiempo de estudio realizado aportaron grandes cantidades de oxígeno, el mismo que mediante medios químicos no pudo oxidar completamente todo el material orgánico, biodegradable y no biodegradable.

Para el último parámetro evaluado se pudo determinar que la laguna de control presentó un valor de 4900000 NMP/100ml de coliformes fecales, pero que, durante los seis tiempos de investigación, este se redujo a un rango de 79 NMP/100ml de y <1.8 NMP/100ml de coliformes fecales, de donde se deduce que el porcentaje de remoción de las coliformes fecales en ambos humedales es relativamente el 100%.

En relación al diseño de la laguna facultativa que se realizó en el programa Microsoft Excel, se obtuvieron las dimensiones reales de una laguna facultativa ubicada en la zona de estudio, que en este caso es Ciudad Eten, pero que de acuerdo a la investigación con la incorporación de plantas acuáticas se propone la elaboración de un sistema de lagunas que permitan el tratamiento adecuado de las aguas residuales, provenientes de la red de alcantarillado de la ciudad. Esto debido a que la adaptabilidad de las plantas sufrió variaciones porque el agua residual depositada en los humedales artificiales, era cruda, es decir no pasó por un tratamiento previo antes de su derivación a los humedales artificiales. Es por tanto que

mediante el software DISLAG, se propone la elaboración de un sistema de tratamiento que contaría con dos lagunas anaerobias en paralelo, seguida de una laguna facultativa y terminaría en una laguna de maduración.

Este planteamiento fue realizado en base a los resultados obtenidos mediante la incorporación de las plantas acuáticas a los humedales. El uso de lagunas anaerobias al inicio de una laguna facultativa, proporcionará un modelo de flujo disperso que permitirá el tratamiento de los contaminantes en la superficie mediante algas y en el fondo, gracias a bacterias anaerobias que con poco oxígeno degradarán la materia orgánica y éste podrá ser dirigido a la laguna facultativa, la misma que con la incorporación de las macrófitas flotantes podrá remover los contaminantes que queden, reduciendo así los valores a tratar y que serán parcialmente eliminados en la laguna de maduración, ya que mediante un modelo de flujo pistón trasladará las aguas hacia el efluente removiendo los altos índices de DBO restantes y destituyendo por completo las coliformes fecales de las aguas residuales, produciendo un impacto positivo en el cuerpo receptor de la aguas provenientes de este tratamiento.

EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Resumen Ejecutivo.

El proyecto de investigación en estudio, se ubica en la costa del Perú, en el Ciudad Eten. provincia de Chiclayo departamento de Lambayeque en la planta de tratamiento de aguas residuales o lagunas de oxidación del distrito mencionado. Geográficamente, la zona de estudio se localiza en la zona 17 según el Sistema WGS84. Se tomará en cuenta el estudio de los principales componentes ambientales. El concreto permeable es de vital importancia para las zonas lluviosas, ya que el pavimento no se verá afectado además que se podrá complementar con la existencia de un drenaje fluvial, y estéticamente también se vería mucho mejor. El uso del aditivo Sikament – 290 N, que cuenta con el componente de formaldehído 50-0-0, será uno de los impactos más perjudiciales para la salud de la persona que esté en contacto con ella cuando esté en estado puro, ya que puede generar daños respiratorios y a la piel. Cuando esté diluido no afectará mucho a comparación del estado natural. En el Plan de Manejo Ambiental (PMA) constará del cronograma de actividades correspondiente que tendrán los siguientes puntos: Charlas Técnicas acerca del uso del aditivo, ropa de seguridad adecuada para el trabajo y la mejor disposición final de los RCD

Objetivo General de la EIA

Definir los impactos que genere el proyecto "DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES FACULTATIVA, INCORPORANDO PLANTAS ACUÁTICAS: LECHUGA DE AGUA (PISTIA STRATIOTES) Y JACINTO DE AGUA (EICHHORNIA CRASSIPES) EN EL DISTRITO DE ETEN - PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE" en su infraestructura en las fases de construcción y funcionamiento estableciendo las medidas de mitigación a niveles aceptables para prevenir el deterioro ambiental.

Marco legal.**Normativa NACIONAL AMBIENTAL****Constitución Política del Perú (1993):**

Es la norma legal de mayor jerarquía del Perú. Se detalla en ella los derechos esenciales de la persona humana, el derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de la vida. En el Artículo N° 2 habla del derecho a la paz, al descanso y aun medio ambiente equilibrado, en su Artículo 66° sobre los Recursos Naturales y en el Artículo 67° sobre la Política Nacional Ambiental. Así mismo, en su artículo 7, definido como el Derecho a la salud. Protección al discapacitado, indica que todos tienen derecho a la protección de su salud, la del medio familiar y la de la comunidad, así como el deber de contribuir a su promoción y defensa. La persona incapacitada para velar por sí misma a causa de una deficiencia física o mental tiene derecho al respeto de su dignidad y a un régimen legal de protección, atención, readaptación y seguridad.

Decreto Legislativo N° 613, Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales.

Este decreto indica que, es obligación del Estado mantener la calidad de vida de las personas a un nivel compatible con la dignidad humana. Así mismo, le corresponde prevenir y controlar la contaminación ambiental y cualquier proceso de deterioro o depredación de los recursos naturales que pueda interferir en el normal desarrollo de toda forma de vida y de la sociedad, en cuanto a las personas están obligadas a contribuir y colaborar inexcusablemente con estos propósitos.

Resolución Ministerial N° 108-99-ITINCI/DM: Guías para elaboración de EIA, PAMA, DAP (Declaración Ambiental) Informe Ambiental

Documento en el que se definen los objetivos, requerimientos y estructura de las Guías para elaboración de Estudios Ambientales, incluyendo los lineamientos para el PAMA. (PLAN DE ADECUACIÓN Y MANEJO AMBIENTAL)

Ley N° 27446, Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental (SEIA)

Este dispositivo legal establece un sistema único y coordinado de identificación, prevención, supervisión, control y corrección anticipada de los impactos ambientales negativos derivados de las acciones humanas expresadas a través de los proyectos de inversión.

La Ley 27446, ha creado el Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), como el marco legal general aplicable a la evaluación de impactos ambientales. Esta norma se encuentra vigente en la actualidad; sin embargo, la propia Ley señala que las normas sectoriales respectivas seguirán siendo aplicables en tanto no se opongan a esta nueva norma. Así, los sectores continuarán aplicando su normatividad sectorial hasta que se dicte el reglamento de la nueva Ley.

Con respecto al contenido del EIA, la norma establece que este deberá contener tanto una Descripción de la acción propuesta como de los antecedentes de su área de influencia, la identificación y caracterización de los impactos durante todo el proyecto, la estrategia de Manejo ambiental y los planes de seguimiento, vigilancia y control. Las entidades autorizadas para la elaboración del EIA deberán estar registradas ante las autoridades Competentes, quedando el pago de sus servicios a cargo del titular del proyecto.

El Decreto Legislativo N° 1078

En sus contenidos modifica la Ley N° 27446 Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental, en los artículos 2°, 3°, 4°, 5°, 6°, 10°, 11°, 12°, 15°, 16°, 17° y 18; en el resumen de esta norma indica que la misma es aplicable a, las políticas, planes y programas de nivel nacional, regional y local que puedan originar implicaciones ambientales significativas; así como los proyectos de inversión pública, privada o de capital mixto, que impliquen actividades, construcciones, obras, y Otras actividades comerciales y de servicios que puedan causar impacto ambientales negativos significativos.

Ley N° 27867, Ley Orgánica de Gobiernos Regionales

La presente Ley Orgánica, establece y norma la estructura, organización, competencias y funciones de los gobiernos regionales. Define la organización democrática, descentralizada y desconcentrada del Gobierno Regional conforme a la Constitución y a la Ley de Bases de la Descentralización.

Los gobiernos regionales tienen por finalidad esencial fomentar el desarrollo regional integral sostenible, promoviendo la inversión pública y privada y el empleo y garantizar el ejercicio pleno de los derechos y la igualdad de oportunidades de sus habitantes, de acuerdo con los planes y programas nacionales, regionales y locales de desarrollo.

Ley N° 27972, Ley Orgánica Municipalidades

En esta ley se establece que la Municipalidad es una unidad fundamental de la gestión local. El municipio como gobierno local y como parte del estado manifiesta una correlación de fuerzas sociales locales que se redefinen en el tiempo y en el territorio. En materia ambiental, las municipalidades tienen las siguientes funciones: velar por la conservación de la flora y fauna local y promover ante las entidades las acciones necesarias para el desarrollo, aprovechamiento racional y recuperación de los recursos naturales ubicados en el territorio de su jurisdicción; normar y controlar las actividades relacionadas con el saneamiento ambiental; difundir programas de educación ambiental; propiciar campañas de forestación y reforestación; establecer medidas de control de ruido de tránsito y del transporte colectivo; promover y asegurar la conservación y custodia del patrimonio cultural local y la defensa y conservación de los monumentos arqueológicos, históricos y artísticos, colaborando con los organismos regionales y nacionales correspondientes en su restauración y conservación.

Decreto Legislativo N.º 613, Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales.

El código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales, genera la obligación de realizar la evaluación de impacto ambiental y menciona que es obligatoria la preservación de las especies y ecosistemas. La rehabilitación de las

zonas que podrían o son perjudicadas como consecuencia de las actividades humanas para ser destinadas al bienestar de las poblaciones afectadas.

Aguas

Decreto Legislativo N° 997 - Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Agricultura

Mediante esta norma se crea la Autoridad Nacional del Agua, Organismo Técnico Especializado adscrito al Ministerio de Agricultura, la cual constituye el ente rector y máxima autoridad técnico - normativa del Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos, el mismo que es parte del Sistema Nacional de Gestión Ambiental.

Decreto Supremo N° 003-2010 MINAM

Este decreto se realizó con la finalidad de exigir a los entes responsables de las obras de tratamiento de aguas residuales domésticas, municipales e industriales, que los efluentes cuenten con los límites máximos permisibles a fin de no afectar de manera negativa el ecosistema que funcionará como disposición final de estas aguas, a su vez, plantea la clasificación del rehúso de las mismas luego del tratamiento recibido.

Patrimonio Cultural

Ley N° 28296-2004 Ley General del Patrimonio Cultural de la Nación

La ley establece políticas nacionales en materia de defensa nacional, protección, promoción, ordenamiento patrimonial y jurídico y destino de los bienes que constituyen el patrimonio cultural del país. Entre ellos, la buena voluntad general del patrimonio cultural nacional debe entenderse como cualquier manifestación del esfuerzo humano -material o intangible- debido a su importancia, valor y paleontología, arqueología, arquitectura, historia, arte, militar, sociedad, antropología. La tradición, la religión, la etnografía, la ciencia, la tecnología o las declaraciones intelectuales declaran claramente que tienen existencia legal de serlo. Dichos bienes tienen la condición de propiedad pública o privada, pero están sujetos a las restricciones de esta ley. Sobre este tema, existen normativas especiales que regulan estos aspectos, y el país ha identificado un área declarada

como sistema geográfico SIGDA, que consiste en una plataforma tecnológica de información espacial del catastro de Monumentos Arqueológicos Prehispánicos a nivel nacional que brinda información referencial de los límites de los monumentos arqueológicos.

Biodiversidad

Ley N° 26839, Ley sobre la Conservación y Aprovechamiento Sostenible de la Diversidad Biológica

Norma la conservación de la diversidad biológica y la utilización sostenible de sus competentes en concordancia con los artículos 66° y 68° de la Constitución Política del Perú y de los principios y definiciones del Convenio sobre Diversidad Biológica que rigen para los efectos de aplicación de dicha ley. En el inciso h) del artículo 5 de los citados documentos legales, de acuerdo con el artículo 68 de la Constitución Política del Perú, el Estado promueve la inclusión de tecnologías limpias para incrementar la productividad del ecosistema e integrar los recursos naturales.

Decreto Supremo N° 068-2001-PCM, Reglamento de la Ley sobre Conservación y Aprovechamiento Sostenible de la Diversidad Biológica

El Ministerio del Ambiente coordina con autoridades e instituciones cuyas competencias, sin ser específicas en la materia, tienen impactos sobre la conservación y aprovechamiento sostenible de la diversidad biológica.

Decreto Supremo N° 004-2010-MINAM

El Decreto Supremo estipula la obligación de exigir dictámenes vinculantes previos para proteger el patrimonio natural de las reservas naturales. Su artículo 1, artículo 1, establece que las entidades a nivel nacional, regional y local están obligadas a exigir tecnología vinculante previa Obligación de opinión. Al Servicio Nacional de Reserva Natural (SERNANP) para extender actividades orientadas al aprovechamiento de recursos naturales o construcción de infraestructura.

Ley 26821, Ley Orgánica para el Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Naturales

Tiene como objetivo promover y regular el uso sostenible de los recursos naturales, renovables y no renovables, establecer un marco apropiado para promover la inversión y buscar un medio legal de equilibrio dinámico entre el crecimiento económico, la protección de los recursos naturales y la protección de la naturaleza. El desarrollo general del medio ambiente y las personas.

Ley N° 28245, Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental

El propósito es asegurar el cumplimiento más efectivo de los objetivos ambientales de las entidades públicas; fortalecer el mecanismo transversales de gestión ambiental, es decir, las funciones del Ministerio del Ambiente, y las responsabilidades de los departamentos, regiones y entidades locales en el ejercicio de las competencias ambientales, para que cumplan con sus funciones y aseguren que evitan En el ejercicio de estos derechos existen solapamientos, omisiones, repeticiones, lagunas o conflictos. El artículo 2 estipula que el sistema nacional de gestión ambiental se establece sobre la base de los ministerios nacionales, ministerios, instituciones públicas descentralizadas e instituciones públicas a nivel nacional, regional y local que ejercen sus poderes y funciones. En materia de medio ambiente y recursos naturales; y sistemas de gestión ambiental regionales y locales, así como del sector privado y participación social. Asimismo, establece que el ejercicio de las funciones ambientales a cargo de las entidades públicas se organiza bajo el Sistema Nacional de Gestión Ambiental y la dirección de su ente rector.

Ley N° 27446 - Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental

Modificado por el Decreto Legislativo N° 1078, en su artículo 3° establece que no podrá iniciarse la ejecución de proyectos de inversión pública, privada o de capital mixto, que impliquen actividades, construcciones, que puedan causar impactos ambientales negativos significativos, ni actividades de servicios y comercio y ninguna autoridad nacional, sectorial, regional o local podrá aprobarlas, autorizarlas, permitir las, concederlas o habilitarlas si no cuentan previamente con la certificación ambiental contenida en la Resolución expedida por la respectiva autoridad competente. En el literal e) del artículo 5° del mismo dispositivo legal se

establece que para los efectos de la clasificación de los proyectos de inversión que queden comprendidos dentro del SEIA, la autoridad competente deberá ceñirse a los criterios de protección de la diversidad biológica y sus componentes: ecosistemas, especies y genes; así como los bienes y servicios ambientales y bellezas escénicas, áreas que son centros de origen y diversificación genética por su importancia para la vida natural.

Contaminación del aire – atmósfera

El artículo 7° del Decreto Legislativo N° 1013, Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente, establece dentro de sus funciones que es el organismo encargado de elaborar los Estándares de Calidad Ambiental y los Límites Máximos Permisibles, los cuales deben contar con la opinión del sector correspondiente.

Mediante Decreto Supremo N° 003-2008-MINAM, se aprueban los Estándares de Calidad Ambiental para el Aire

Estas ECA se refieren a valores que no representan un riesgo importante para la salud humana o ambiental. El concepto de pautas de calidad del aire propuesto por la Organización Mundial de la Salud (OMS) se refiere a la concentración de contaminantes en el aire, por debajo de la cual la concentración no representará una amenaza importante para la salud. Asimismo, existe el Decreto Supremo No. 0742001-PCM, que aprobó el "Reglamento Nacional de Normas de Calidad del Aire Ambiental".

Instrumentos E Incentivos Económica Y Tributarios Ambientales

Ley 28611 - Ley General del Ambiente

Determina en el artículo 36 que los instrumentos económicos son instrumentos de mercado diseñados para incentivar o prevenir determinados comportamientos para promover el cumplimiento de los objetivos de la política ambiental. De acuerdo con el marco de capacitación del presupuesto tributario nacional, las entidades públicas a nivel nacional, departamental, regional y local deben incorporar medios económicos, incluidos los medios tributarios, para

fomentar prácticas de cumplimiento ambiental y el cumplimiento de las políticas ambientales nacionales y la normativa ambiental en el desempeño de sus funciones. El diseño de los instrumentos económicos propicia el logro de niveles de desempeño ambiental más exigentes que los establecidos en las normas ambientales.

Licenciamiento Y Autorizaciones

Ambientales

Del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental

El Decreto Legislativo N° 1078, Decreto que modifica la Ley N° 27446, Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental, establece en su artículo 3° que no podrá iniciarse la ejecución de proyectos de inversión pública, privada o de capital mixto, que impliquen actividades, obras, construcciones y otras actividades comerciales y de servicios que puedan causar impactos ambientales negativos significativos, ni ninguna autoridad nacional sectorial, regional o local, podrá aprobarlas, autorizarlas, permitir las, concederlas o habilitarlas si no cuentan previamente con la certificación ambiental contenida en la Resolución expedida por la respectiva autoridad competente, esto en concordancia con lo establecido en los artículos 15, 16 y 17° del Decreto Supremo N° 019-2009-MINAM, Reglamento de la ley N° 27446, Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental.

Decreto de urgencia N° 022-2020

El decreto de urgencia para el fortalecimiento de la identificación y gestión de pasivos ambientales, busca fortalecer la atención de los pasivos ambientales generados por actividades productivas, extractivas o de servicios. Asimismo, se establece a los residuos sólidos de las actividades de construcción y demolición dentro de este ámbito.

Decreto Supremo N° 085-2003-PCM

Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido, donde se establece los lineamientos para no excedernos, con el objetivo de proteger la salud, mejorar la calidad de vida de la población y promover el desarrollo sostenible.

Residuos

Ley N° 27314 - Ley General de Residuos Sólidos

Establece en el artículo 31 que las herramientas de gestión ambiental o de investigación ambiental que se establezcan para el desarrollo de proyectos de inversión deberán considerar medidas para prevenir, controlar, mitigar y en última instancia reparar el impacto negativo de los residuos sólidos. Asimismo, la Ley Penal establece sanciones para quienes incumplan las normas de manejo de residuos sólidos en sus artículos 306° y 307°.

Sanciones Y Delitos Ambientales

Ley N° 29263

Ley que modifica el artículo 304° de cada artículo de la Ley Penal, que estipula que quien infrinja las leyes, reglamentos o límites máximos permisibles "provoque o conduce emisiones, vertidos, emisiones de gases tóxicos, emisiones de ruido y fugas" a la atmósfera, suelo y subsuelo El vertido, contaminación o vertido de suelo, tierra, mar o aguas subterráneas que dañe o pueda causar daños al medio ambiente o sus componentes, la calidad ambiental o la salud ambiental, altere o dañe gravemente, será sancionado con cuatro años por las calificaciones reglamentarias de las autoridades ambientales. La mencionada pena de prisión por menos de seis años y multa de 100 a 600 días.

Ley N° 28611 - Ley General del Ambiente

En su artículo 130° establece que la fiscalización ambiental comprende las acciones de vigilancia, control, seguimiento, verificación y otras similares, que realiza la Autoridad Ambiental Nacional y las demás autoridades competentes a fin de asegurar el cumplimiento de las normas y obligaciones establecidas en dicha ley, así como en sus normas complementarias y reglamentarias. La autoridad competente puede solicitar información, documentación u otra similar para asegurar el cumplimiento de las normas ambientales. Asimismo, la mencionada ley establece que toda persona, natural o jurídica, está sometida a las acciones de fiscalización que determine la Autoridad Ambiental Nacional y las demás

autoridades competentes. Las sanciones administrativas que correspondan se aplican de acuerdo a lo establecido en Ley General del Ambiente.

Salud

Resolución Ministerial N° 055-2020-TR,

Guía para la prevención ante el coronavirus (COVID-19) en el ámbito laboral, tiene como objetivo proporcionar información relevante para que los/las trabajadores/as puedan implementar medidas de prevención ante el coronavirus (COVID-19) en los centros de trabajo, así como medidas sobre la organización del trabajo que se encuentran ya previstas en el marco normativo laboral vigente.

Resolución ministerial N° 085-2020-VIVIENDA,

Brinda lineamientos para la vigilancia de la salud de los trabajadores con riesgo de exposición a COVID-19, donde establece lineamientos de actuación en la ejecución de obras de construcción para evitar la transmisión del COVID-19 e identificar y atender oportunamente a los casos sospechosos o confirmados entre el personal que interviene en la ejecución en una obra de construcción y las personas que por cualquier motivo ingresen al área en la que esta se ejecuta.

Suelos

Decreto Supremo N° 056-97-PCM, establece en su artículo 1° que los Estudios de Impacto Ambiental (EIAs) y Programas de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMAS)

De los diferentes sectores productivos que consideren actividades y/o acciones que modifican el estado natural de los recursos naturales renovables agua, suelo, flora y fauna, previamente a su aprobación por la autoridad sectorial competente requerirán opinión técnica del Ministerio de Agricultura.

Descripción Y Análisis Del Proyecto

Antecedentes

En la actualidad en el distrito de Ciudad Eten, viene funcionando la planta de tratamiento de aguas residuales, que se compone de dos lagunas de estabilización ejecutadas en el año 2012, las mismas que cuentan con deficiencias en el funcionamiento, ya que no existe personal encargado de su operación y mantenimiento, es decir, tanto los afluentes como efluentes de ambas lagunas se encuentran obstruidos por material sedimentable, además de plantas como juncos y maleza que no permiten el buen tratamiento de las aguas residuales provenientes del sistema de alcantarillado de la ciudad.

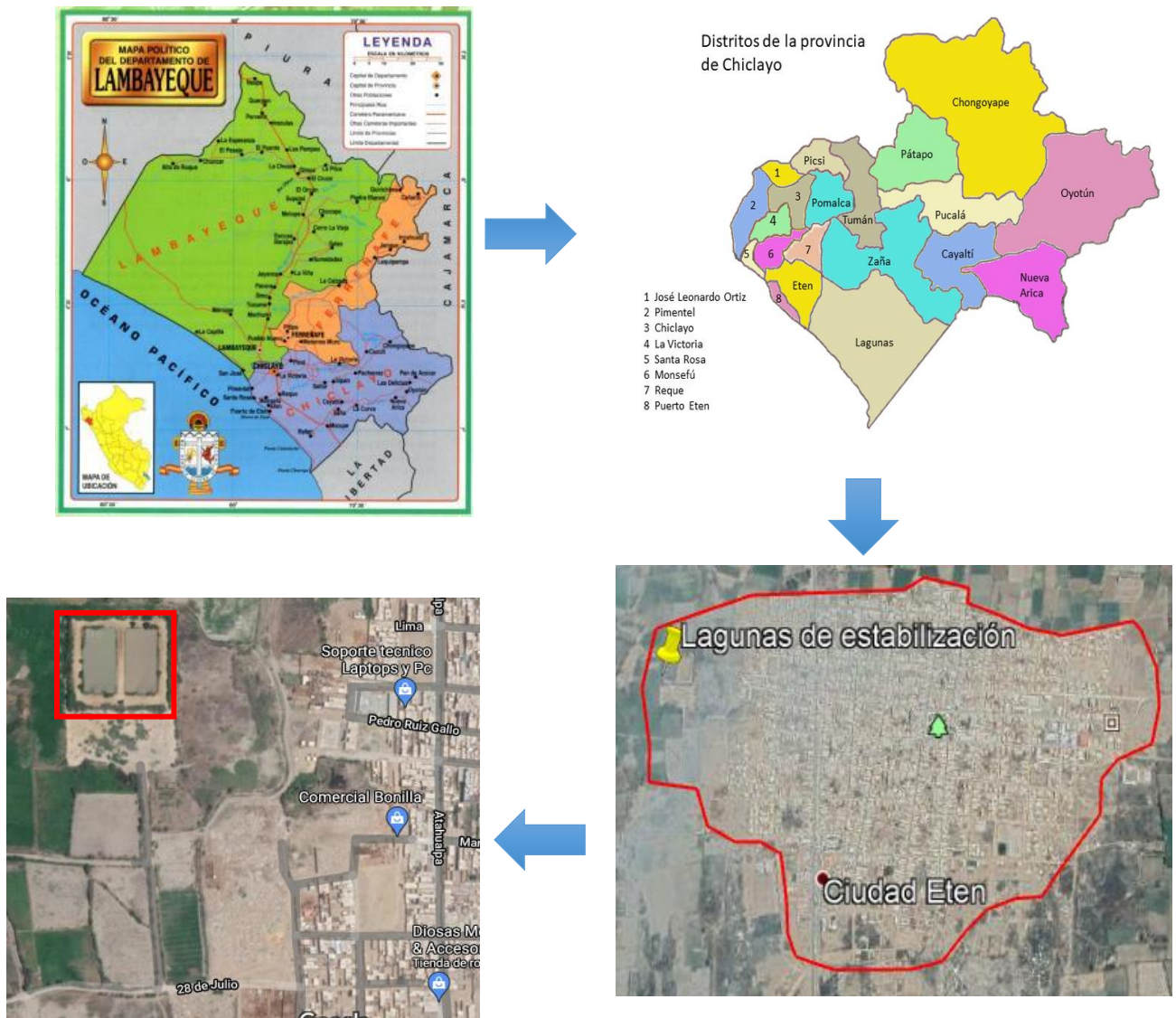
Descripción del proyecto

La zona de estudio elegida como sitio para la ejecución de la planta piloto, que constó de dos humedales artificiales y en donde se incorporaron las plantas acuáticas mencionadas anteriormente, se encuentra en la parte posterior de la actual planta de tratamiento de la ciudad, a unos 20 metros aproximadamente. Ambos humedales contaron con las siguientes medidas: 6.40 m de largo, 4.20 m de ancho, 0.55 m de profundidad, una relación de talud 1:1 y una altura de tirante de agua de 0.45m. Además de contar con la presencia de una planta de compostaje que se encarga de almacenar los residuos orgánicos de los habitantes de Ciudad Eten y son recolectados por los trabajadores del Área de Saneamiento y Gestión Ambiental.

Ubicación política y geográfica

- ❖ El área de estudio, política y geográfica, se encuentra ubicada en:
 - **DEPARTAMENTO:** Lambayeque
 - **PROVINCIA:** Chiclayo
 - **DISTRITO:** Ciudad Eten
 - **INGRESOS:** Calle 28 de Julio.

Imagen N° 1: Ubicación Política y Geográfica del Área del Proyecto



Fuente: Google earth.

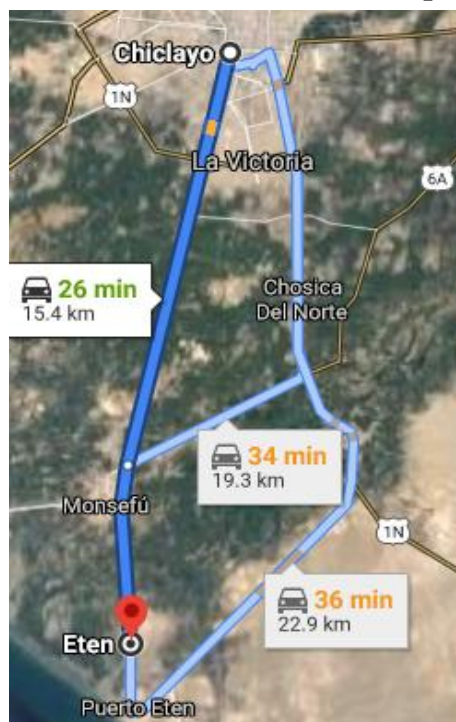
❖ **Límites:**

- **Por el Norte:** Monsefú
- **Por el Sur:** Puerto Eten y el Distrito de Lagunas
- **Por el Este:** Distrito de Reque
- **Por el Oeste:** Puerto Eten y el Océano Pacífico

Accesos

Existen dos modos de llegar al Distrito de Ciudad Eten, una de esos requiere ingresar por la Av. Miguel Grau en dirección a la Victoria y pasando la Vía de Evitamiento se llega al distrito de Monsefú siguiendo esa misma dirección hacia el norte, a unos 15.4 km de distancia nos encontramos con el distrito de Ciudad Eten. El tiempo de recorrido por la primera ruta mencionada es de 26 min aproximadamente. La otra manera de poder llegar a ciudad Eten, es ingresando por la Av. Miguel Grau y girando hacia la izquierda en dirección a la Av. Garcilaso de la Vega hasta el óvalo ubicado en la Av. Víctor Raúl Haya de la Torres, se sigue esta avenida en dirección al Sur, llegando así mismo a la intersección de la carretera a Monsefú y Reque. Se toma el desvío mencionado hacia Monsefú, al llegar se ingresa por el óvalo en dirección a la calle Venezuela y se sigue la misma ruta hacia Puerto Eten y Lagunas, llegando así a Ciudad Eten, el tiempo de recorrido de esta ruta es de 34 min con una distancia aproximadamente de recorrido de 19.3 km como se muestra en la siguiente imagen.

Imagen N° 2: Vías de Acceso al área del proyecto.



Fuente: Google earth

Características Técnicas

- Las dimensiones de los humedales artificiales se obtuvieron a partir de la conversión a escala 1:25 de las lagunas de estabilización que actualmente existen, las mismas que miden 105 m de ancho y 157 m de largo, con una profundidad de 1.5 m, transformándose así a 6.40 m de largo, 4.20 m de ancho y se consideró una profundidad de 0.55 m, debido a que la raíz de la planta acuática Jacinto de agua, podía lograr una longitud de hasta 30 cm de largo.
- El material impermeabilizante utilizado para la protección del fondo y taludes de los humedales fue la geomembrana HDPE, de espesor $e=1\text{mm}$.
- La derivación de las aguas residuales se realizó por medio del uso de una motobomba.
- Las plantas acuáticas lechuga de agua (*pistia stratiotes*) y Jacinto de agua (*eichhornia crassipes*) fueron colocadas una vez se hizo la derivación de las aguas residuales desde una de las lagunas de estabilización.

Descripción de las actividades del proyecto

❖ TRABAJOS PRELIMINARES.

TRABAJOS PRELIMINARES.

- ✓ TRAZO Y REPLANTEO DE ZANJAS PARA HUMEDALES

SEGURIDAD Y SALUD.

- ✓ EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.

❖ HUMEDALES ARTIFICIALES

EJECUCIÓN DE HUMEDALES ARTIFICIALES

MOVIMIENTO DE TIERRAS:

- ✓ EXCAVACIÓN ZANJAS EN ESCALA 1:25 CON HERRAMIENTAS MANUALES

- ✓ REFINE Y NIVELACIÓN DE ZANJAS
- ✓ ACARREO Y ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE Dist. min. =5.0 Km.

COLOCACIÓN DE MATERIAL IMPERMEABILIZANTE

- ✓ SUMINISTRO E INSTAL. DE GEOMEMBRANA HDPE, e=1mm

DERIVACIÓN DE AGUAS RESIDUALES A HUMEDALES ARTIFICIALES

- ✓ BOMBEO DE AGUAS RESIDUALES A HUMEDALES ARTIFICIALES CON MOTOBOMBA DE 1.5 HP DE POTENCIA.
- ✓ COLOCACIÓN DE PLANTAS ACUÁTICAS: LECHUGA DE AGUA (pistia stratiotes) Y JACINTO DE AGUA (eichhornia crassipes) EN LOS HUMEDALES ARTIFICIALES

Requerimiento de mano de obra

Para la ejecución de este proyecto, se requirió de mano de obra no calificada.

Mano de obra no calificada: Estuvo compuesta por peones que fueron contratados por el responsable de la ejecución del proyecto en el proceso de excavación.

Cronograma de ejecución

El plazo de ejecución para el presente proyecto, de acuerdo al Cronograma de Ejecución de Tesis, fue de 77 días, es decir 4 meses aproximadamente.

Área de influencia del proyecto

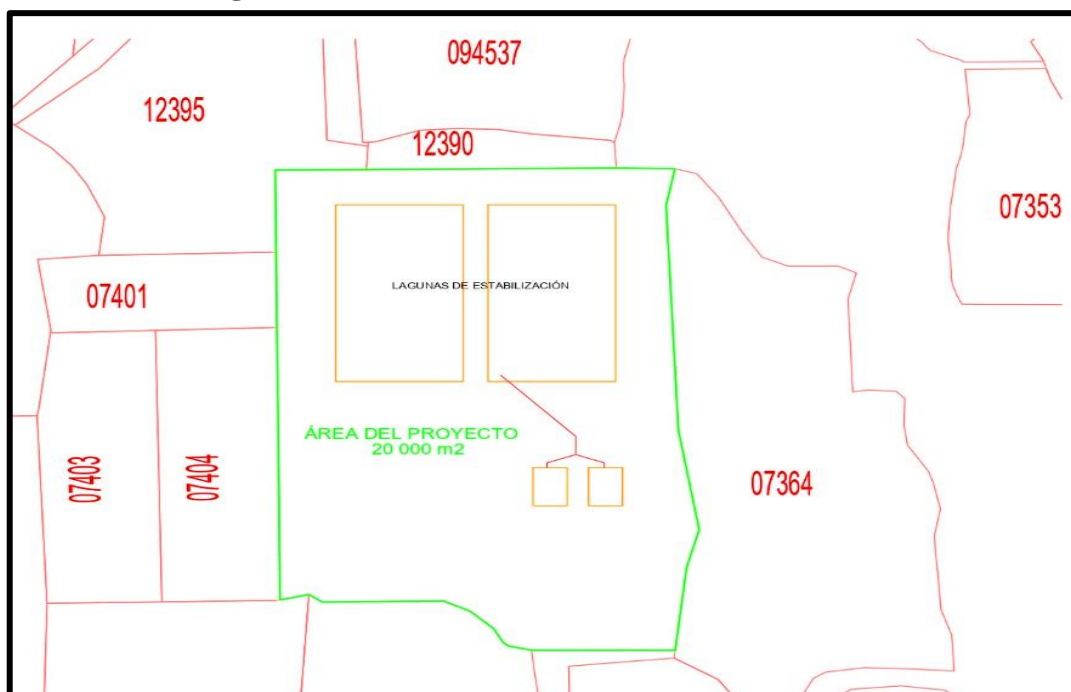
La delimitación del área de influencia del proyecto tiene por objetivo determinar aquellos espacios que serán afectados durante la ejecución de la obra, positiva o negativamente. Para este fin se considera el medio abiótico, biótico, perceptual, sociocultural y económico con el fin de ubicar el área geográfica donde se producirán alteraciones como consecuencia de las obras y actividades de construcción.

Para efectos de la presente evaluación de impacto ambiental y en consideración a lo mencionado, las áreas de influencia son directa e indirecta que se detallan a continuación:

Área de influencia directa

Esta zona se ha delimitado en función a la ubicación geográfica dentro de la cual se enmarca el proyecto y las interrelaciones que ocurren en ella. Comprende las dos hectáreas que encierran las lagunas de estabilización actuales y la planta de compostaje.

Imagen N° 3: Área de Influencia directa.

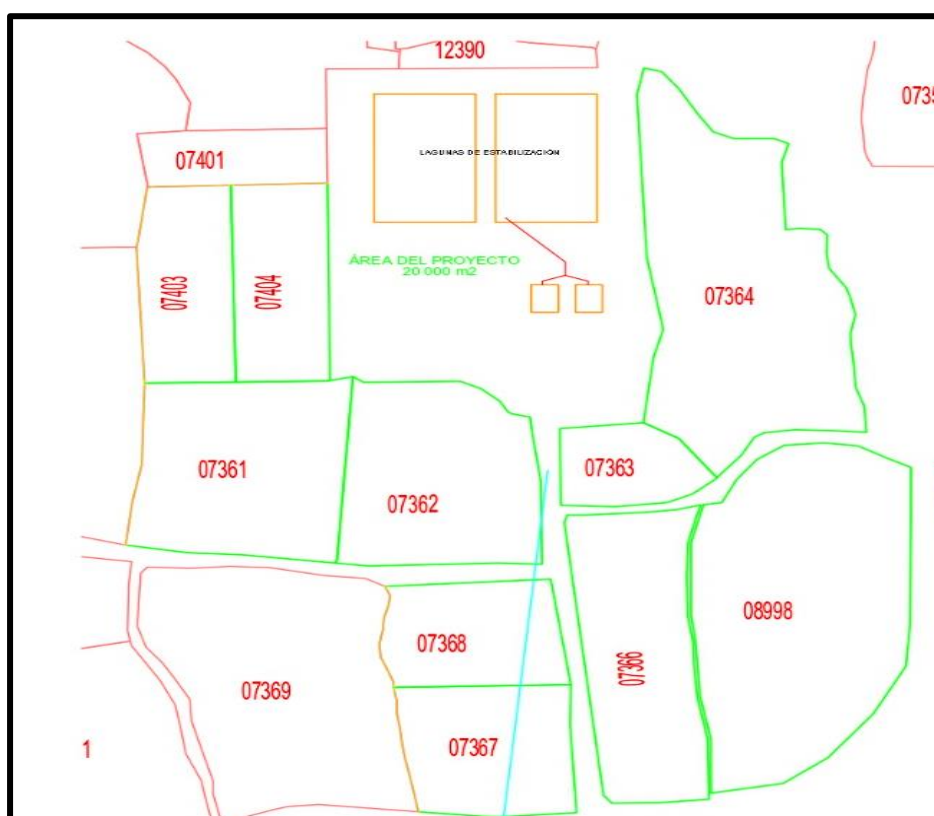


Fuente: Propia.

Área de influencia indirecta.

El área de influencia indirecta abarca zonas adicionalmente a lo anterior, en las cuales los impactos son menores, pero que de igual forma afectan los factores ambientales detallados en la matriz de Leopold. Comprende los ingresos a la planta de tratamiento en donde existen lotes, en donde algunos pobladores han construido sus viviendas en base a triplay, adobe y madera, además de presenciar la existencia de un criadero de animales como cerdos y vacas; y un depósito de venta de material para construcción.

Imagen N° 4: Área de influencia indirecta



Fuente: Propia

Línea base ambiental

La línea base ambiental (LBA), se encarga del monitoreo durante la ejecución del proyecto de humedales artificiales para el tratamiento de las aguas residuales.

Línea de base física (lbf)

a) Mapa base:

La zona de estudio, Lagunas de estabilización, se encuentra en el margen izquierdo del Río Chancay (en dirección hacia el distrito de Monsefú), localizado en el distrito de Eten, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque.

Imagen N° 5: Ubicación de la zona de proyecto.

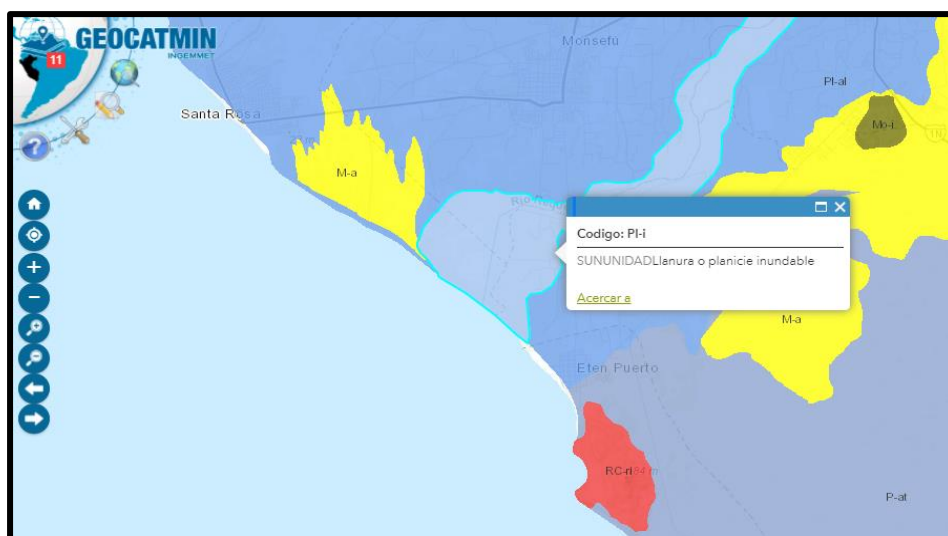


Fuente: Google earth y propia.

b) Geomorfología:

La geomorfología del área de estudio perteneciente al distrito de Ciudad Eten, generalmente está compuesta por depósitos sedimentarios aluviales (*ver imagen n°.6*), específicamente dado a que Ciudad Eten se encuentra en localización costera de la región Lambayeque, al margen izquierdo del Río Chancay en dirección a Monsefú, y está conformado por terrenos generalmente llanos y con ligeras ondulaciones longitudinales. La característica de una tierra plana o cuesta suave que se forma gradualmente cuando se depositan sedimentos por la inundación periódica de corrientes o ríos; por lo que en el área de proyecto se tiene suelos granulares donde predominan los finos como las arcillas, arenas y arcillas areno-limosas.

Imagen N° 6: Geomorfología del Distrito de Ciudad Eten.



Fuente: Geocatmin.

c) Clima:

En Eten, los veranos son cortos, caliente, opresivos y nublados; los inviernos son largos, cómodos, ventosos y mayormente despejados y está seco durante todo el año. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de $16\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $29\text{ }^{\circ}\text{C}$ y rara vez baja a menos de $14\text{ }^{\circ}\text{C}$ o sube a más de $31\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Imagen N° 7: Mapa del clima de Perú.

Fuente: Senamhi.

d) Temperatura:

La temporada templada dura 2.7 meses, del 16 de enero al 7 de abril, y la temperatura máxima promedio diaria es más de 28 °C. El día más caluroso del año es el 1 de marzo, con una temperatura máxima promedio de 29 °C y una temperatura mínima promedio de 22 °C.

e) Calidad del aire:

La zona donde se realizará el proyecto presenta una visibilidad normal, ya que en el área tiene una importancia urbana. La velocidad promedio del viento por hora en Eten tiene variaciones estacionales considerables en el transcurso del año.

La parte más ventosa del año dura 6.1 meses, del 30 de abril al 1 de noviembre, con velocidades promedio del viento de más de 15.4 kilómetros por hora. El día más ventoso del año es el 6 de agosto, con una velocidad promedio del viento de 18.1 kilómetros por hora.

El tiempo más calmado del año dura 5.9 meses, del 1 de noviembre al 30 de abril. El día más calmado del año es el 1 de marzo, con una velocidad promedio del viento de 12.8 kilómetros por hora.

f) Geología:

El suelo de la zona está formado por un manto de materiales sedimentarios compactos y sobre estos materiales, se encuentran materiales de menor granulometría como son: las arenas, arcillas y limos. Además de estar formado por depósitos aluviales, también está formado con depósitos eólicos y fluviales.

g) Uso actual:

La zona del proyecto es de uso agrícola. Ya que, como se mencionó con anterioridad, al encontrarse al margen izquierdo del río Chancay, las tierras poseen características adecuadas para la siembra, además del pastoreo de animales con los que cuentan los pobladores de la zona. Debido a esto

h) Hidrología e hidrogeografía:

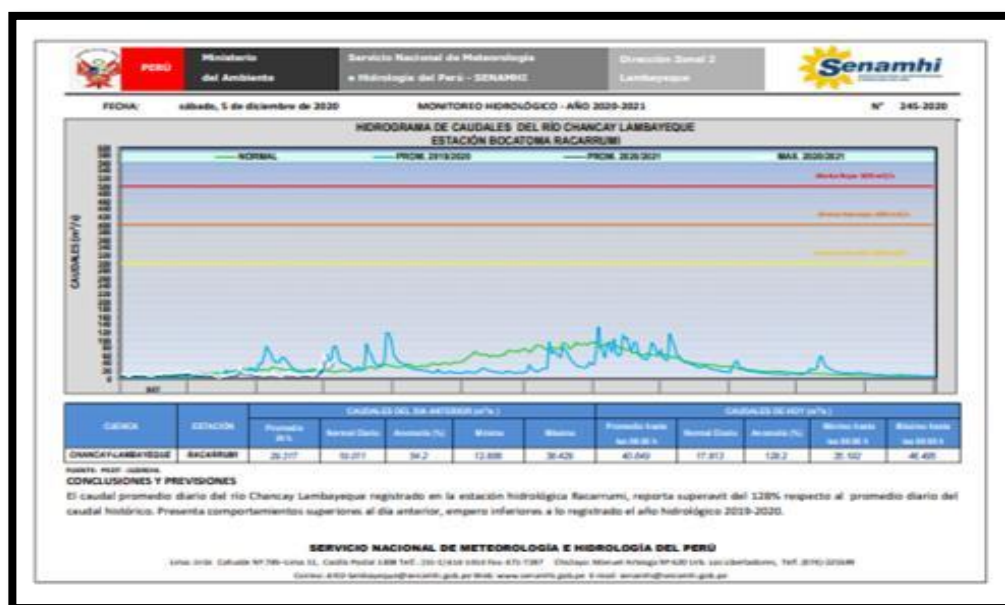
En el Departamento de Lambayeque, el agua se presenta principalmente en los ríos, el mar, y las corrientes subterráneas. Las aguas de los ríos, cubren más del 95 % del agua utilizada en la agricultura, industria y uso doméstico.

Los principales ríos son:

- ✓ Río Chancay. - Conocido con el nombre de río Lambayeque, es más importante. Su largo aproximado es 250 km, de sus aguas dependen las 3 capitales provinciales, más de 15 poblados menores, 25 empresas agrícolas, pequeños productores individuales.
- ✓ Río La Leche. - Nace en las cumbres de Cañaris, y Cachen a más de 3000 m.s.n.m. tiene un volumen de agua muy irregular y por lo general no llega al mar, salvo en épocas de abundantes lluvias. En épocas o mejor dicho periodos lluviosos y de abundancia de aguas este río inunda los poblados ribereños y las cementeras causando daños inmensos. En la parte baja se unen con el Motupe.

- ✓ Río Zaña. - Nace en el Departamento de Cajamarca, en su desplazamiento y descenso hacia el Oeste recibe las aguas de numerosos riachuelos, ya en la costa da sus aguas a los poblados de Oyotún, Nueva Arica, Zaña, Mocupe y Lagunas. Sus aguas en determinadas épocas como en 1925 y 1983 han causado daños a Zaña y otros poblados ribereños.
- ✓ En el área de influencia directa del proyecto no presenta cursos de aguas superficiales ni mucho menos presencia de aguas subterráneas.

Imagen N° 8: Caudal promedio diario del río Chancay – Lambayeque, registrado en la estación hidrológica Bocatoma Racarrumi.



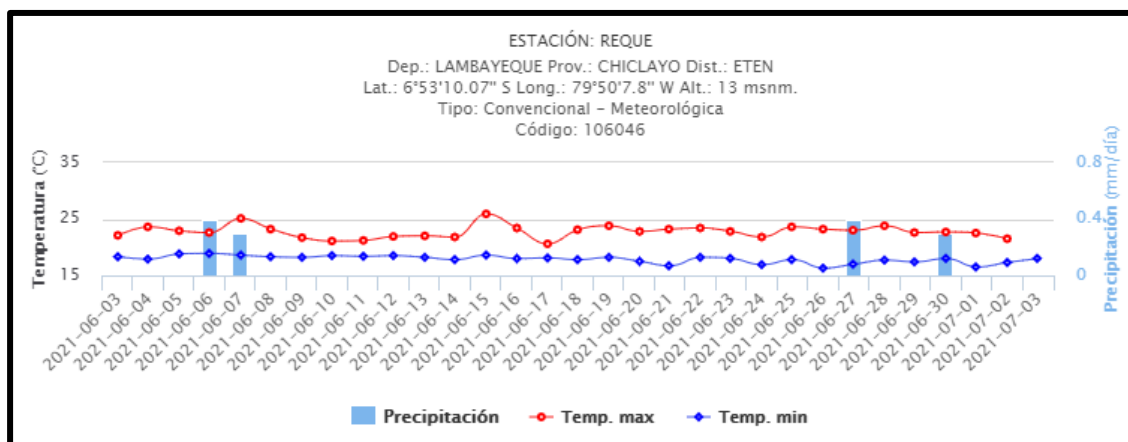
Fuente: Senamhi.

i) Precipitaciones:

En Eten, la frecuencia de días mojados (aquellos con más de 1 milímetro de precipitación líquida o de un equivalente de líquido) no varía considerablemente según la estación. La frecuencia varía de 0 % a 7 %, y el valor promedio es 2 %.

Entre los días mojados, distinguimos entre los que tienen solamente lluvia, solamente nieve o una combinación de las dos. En base a esta categorización, el tipo más común de precipitación durante el año es solo lluvia, con una probabilidad máxima del 7 % el 14 de febrero.

Imagen N° 9: Promedio de temperatura normal y precipitación de ciudad Eten, registrada en la Estación Reque.



Fuente: Senamhi.

j) Sismicidad:

El Perú se encuentra ubicado al borde del encuentro de dos placas tectónicas de Nazca bajo la Sudamericana generando frecuentemente terremotos de magnitud elevada.

La zona donde está ubicado el proyecto de humedales artificiales para el tratamiento de aguas residuales, de acuerdo con el Mapa de Zonificación sísmica definido en la Norma E0.30 del Reglamento Nacional de Edificaciones, pertenece a la región que ocupa Lambayeque, Chiclayo y áreas colindantes próximas y está ubicado en la zona 3 de sismicidad del Perú, y se explica que a través de los tiempos geológicos han sufrido movimientos telúricos que afectaron de diferente forma por intensidad y magnitud.

Línea de base biológica (lbb)

a) Formación ecológica.

La zona donde se realizó el proyecto de humedales artificiales para el tratamiento de aguas residuales, no cruza por una zona hidrológica, o de interés ecológico.

b) Flora.

El área de influencia directa está conformada por árboles, una planta de compostaje, arbustos localizados como áreas verdes a un costado de los accesos a las lagunas de estabilización, Se tendrá tuvo presente la vegetación existente a los alrededores de los humedales.

c) Fauna.

En el área de influencia directa la fauna existente está representada por aves de carroña y garzas, las mismas que tienen como hábitat las lagunas de estabilización existentes.

d) Paisajes.

En la zona se identificó a las lagunas de estabilización y planta de compostaje como paisaje ecológico, ya que promueven las buenas prácticas en cuanto al tratamiento de las aguas residuales y los residuos orgánicos producidos por los pobladores del lugar. Además, se encontró una pequeña población adyacente a la zona, que se conoce como invasión, en donde los pobladores cuentan con casas hechas a base de material como triplay y cartón.

e) Ecosistemas acuáticos.

- ✓ En el área de influencia directa del proyecto no existen ecosistemas acuáticos.

f) Áreas naturales protegidas.

Entre las áreas protegidas de la región Lambayeque están:

→ Santuario Bosque de Pómac:

Ubicado a 35 Km al norte de la ciudad de Chiclayo, accesible desde la ciudad de Ferreñafe o por la Panamericana Norte y desvío a la altura de Jayanca (47 Km). Este bosque seco es a su vez un refugio de algarrobos, aves y restos arqueológicos de la cultura Sicán. Se han hallado 20 estructuras preincaicas, como Huaca Las Ventanas, Huaca Lucía, Huaca La Merced o Huaca Rodillona, entre otras.

→ Reserva de Chaparrí:

Es un área de conservación privada de 34,412 hectáreas que pertenece y es administrada por una comunidad campesina y está ubicada en los bosques secos del norte del Perú. La reserva es una de las mejores áreas de protección para los bosques secos y es el hogar de una amplia variedad de vida silvestre, incluyendo muchas especies endémicas y amenazadas como: Oso de Anteojos o Andino, Cóndor Andino, Pava Aliblanca, Zorro Costeño, Guanaco, Pitajo de Tumbes.

→ El refugio de vida silvestre Laquipampa:

Área natural protegida especialmente para la conservación y repoblamiento de la pava aliblanca (*Penélope Albipennis*), ave endémica del Perú y en peligro de extinción y para la protección del bosque seco. Está situado en el distrito de Incahuasi, Provincia de Ferreñafe.

→ Cabe resaltar que la zona de influencia directa e indirecta no perjudica a estas áreas naturales protegidas.

Imagen N° 10: Arbustos y aves como parte de la vegetación y fauna en la zona.



Fuente: Propia.

Imagen N° 11: Vista en planta de la vegetación en la zona de estudio.



Fuente: Propia.

Línea de base socioeconómica (lbs)

a) Demografía.

Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática, para el Departamento de Lambayeque, provincia de Chiclayo, distrito de Ciudad Eten, se cuenta con la siguiente distribución de población.

- C. Eten Urbano, con una población de 11,722.
- C. Eten Rural, con una población de 271.

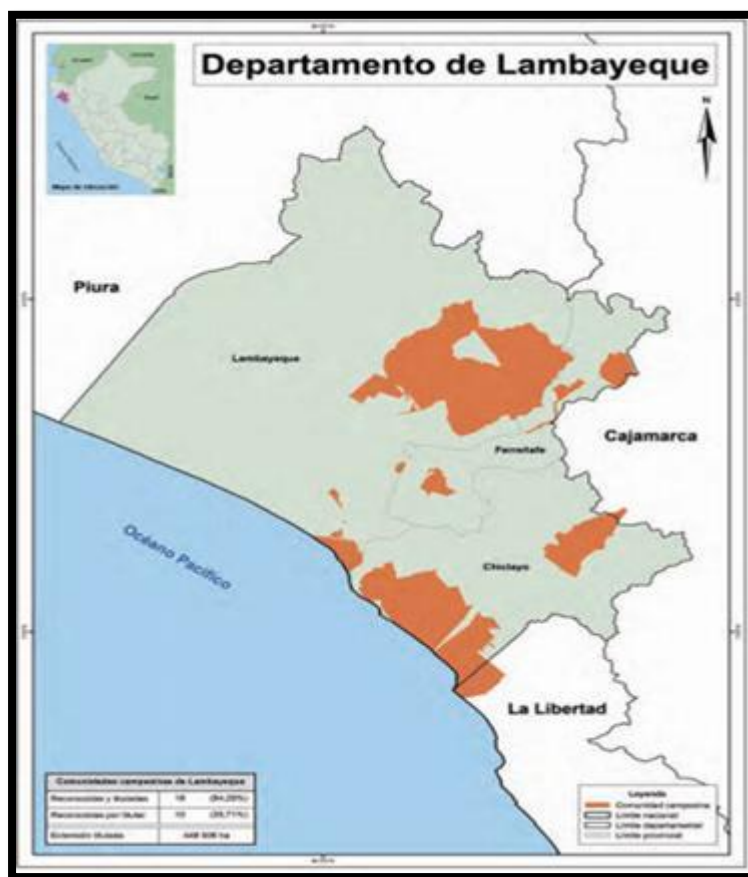
Tabla 39: Población censada, por área urbana y rural; sexo, según provincia, distrito y edades simples.

Provincia, distrito, y edades simples	Total	Población		Total	Urbana		Total	Rural	
		Hombres	Mujeres		Hombres	Mujeres		Hombres	Mujeres
DISTRITO CIUDAD ETEN	11993	5774	6219	11722	5628	6094	271	146	125

- No existe población en la zona de estudio, pero existe una zona de invasión a aproximadamente 150 m.

b) Comunidades campesinas y nativas.

Imagen N° 12: Mapa de comunidades campesinas de Lambayeque.



Fuente: Internet.

Tabla 40: Tabla de comunidades nativas del departamento de

DEPARTAMENTO: LAMBAYEQUE					
Provincia	Total comunidades	Reconocidas y tituladas	Reconocidas por titular	Por reconocer y titular	Extensión titulada (ha)
Chiclayo	6	4	2	-	54 527,52
Ferreñafe	10	7	3	-	167 332,43
Lambayeque	12	7	5	-	226 145,76
TOTAL	28	18	10	-	448 005,71

Fuente: Internet.

- En el área de influencia directa existen comunidades campesinas que puedan verse afectadas con el desarrollo del proyecto de una planta de

tratamiento de aguas residuales con la incorporación de plantas acuáticas, que en este caso abarca la planta piloto que la constituyeron los dos humedales artificiales.

c) Salud.

En cuanto a la salud, la que se ve afectada es principalmente el sector agropecuario de la zona debido a la pérdida de cosechas; haciéndose más recurrentes las plagas y enfermedades producidas por vectores (malaria principalmente) en épocas húmedas.

- Se tiene conocimiento que el centro de salud donde se atienden los moradores del Distrito de Ciudad Eten, se encuentra en la Avenida Quiñones S/N, denominado Policlínico EsSalud - Juan Aita Valle.

Imagen N° 13: Localización del centro de salud que da servicio al distrito de Ciudad Eten.



Fuente: Google earth.

d) Economía.

La zona es de interés rural para el distrito de Ciudad Eten, específicamente habitada por pobladores que cuentan con tierras de cultivo y pastoreo para sus

ganados; así mismo, se encuentra en el ingreso a las lagunas una zona de criadero de porcinos, propios de los ciudadanos los mismos que necesitan que se les brinde servicios básicos y eficientes para una buena calidad de vida.

e) Transporte.

El transporte usado para la movilización en la zona, son aquellas que provienen de vehículos motorizados como: moto taxis, carros; así como también de vehículos no motorizados: bicicletas. La unidad poblacional cuenta con calles asfaltadas y algunas de superficie expuesta, es decir de tierra.

f) Comunicaciones.

La población del área de influencia directa no cuenta con telefonía ni conexión a internet, porque es una zona rural sin habitantes.

g) Problemática social.

La población de la zona de influencia directa presenta una problemática respecto al funcionamiento de las aguas residuales de las lagunas de estabilización actuales, ya que al no ser tratadas como corresponden según últimos análisis realizados por la empresa encargada de su ejecución, éstas vienen siendo reusadas mediante un canal hecho de manera empírica, que surge de los efluentes de ambas lagunas, como ingesta de bebida y riego para los cultivos ubicados a los alrededores de la zona mencionada, poniendo en riesgo no solo la salud de los pobladores sino también la de sus animales.

Diagnóstico arqueológico

El Proyecto se encuentra en una zona que no cuenta con el Certificado de Inexistencia de Restos Arqueológicos (CIRA). Dado a que donde se proyectó la obra en una zona rural, se asume que no se corre el riesgo de encontrar restos o vestigios de civilizaciones precolombinas.

Identificación Y Evaluación De Pasivos Ambientales.

El decreto de urgencia N°022-2020 que tiene por objeto fortalecer la atención de los pasivos ambientales generadas por actividades productivas, extractivas o de servicios, define los pasivos ambientales como aquellas instalaciones, efluentes, emisiones, sitios contaminados y restos, o depósitos de residuos que han sido abandonados y afectan la salud de las personas, la calidad ambiental y/o la funcionalidad del ecosistema.

En las disposiciones complementarias finales de este decreto se considera que las áreas degradadas por los residuos de construcción y demolición constituyen un pasivo ambiental siempre y cuando se cumpla lo mencionado en el anterior párrafo. El OEFA identifica y caracteriza estas áreas; además, incorpora la información en el Inventario Nacional de Áreas Degradadas por Residuos Sólidos, que forma parte del SINIA.

Para identificar y evaluar pasivos ambientales se debe tener en cuenta los riesgos que podrían ocasionarse sin importar las precauciones que se puedan dar. Como son las posibles infiltraciones dadas en las instalaciones de tuberías o buzones nuevos que se puedan dañar por algún inconveniente imprevisto que lo ocasione. Puede ser causada en cualquier área de las redes sean agua potable o en alcantarillados.

También puede ser el caso en la excavación encontrarse con tuberías viejas dañadas u otra instalación perjudicada que pueden ocasionar graves daños a la población de ese sector; la municipalidad está en la obligación de compensar ese daño haciendo reparaciones o modificaciones para que pueda satisfacer a la población afectada.

En ambos casos se tienen que proveer los costos por parte de la municipalidad o el titular del proyecto, de tal manera que se realicen medidas mitigadoras para evitar la acumulación de los pasivos ambientales, que podrían causar daños en la población del área donde se va ejecutar la obra.

Identificación Y Evaluación De Impactos Ambientales

Para realizar un adecuado estudio de impacto ambiental se deben tener en consideración cuatro etapas que son la identificación, valoración, prevención y comunicación. En la etapa de identificación se pueden utilizar varias herramientas como es una lista de revisión para evaluar cuales aplican al proyecto, como la elaboración de matrices de causa y efecto; o el uso de diagrama de redes.

El método que se utilizará en esta etapa será el de una lista de revisión considerando las actividades a realizar que afectan a los factores existentes en el área del proyecto, y se podrá evaluar a través de los colores rojo, verde y blanco en el cual se identificará los impactos negativos, impactos positivos y no genera impacto con respecto al grado de afectación al cruce de los factores y las acciones, respectivamente.

El método que continua es la matriz de causa y efecto, donde se ha tomado como variante la matriz de Leopold siendo la más conocida. Tal matriz consta de dos ejes que son el horizontal y el vertical; en el horizontal se identifican las acciones que causan impacto ambiental y en el eje vertical los factores ambientales que pueden verse afectados por tales acciones. Así se podrá evaluar el aporte de las interacciones entre acciones propuestas y factores ambientales.

Para identificar y evaluar los impactos ambientales sobre el medio ambiente en el área de influencia, que puedan surgir por las actividades realizadas en la fase de construcción se ha empleado una metodología basada en las acciones del proyecto y los factores ambientales susceptibles a ser impactados.

Matriz de Leopold

La metodología utilizada es la “matriz de Leopold”, que permite evaluar la alteración de los distintos factores ambientales (medio natural, factor sociocultural y factor económico), debido a las propias actividades de construcción, estimando la importancia y magnitud de los impactos ambientales. En las columnas, se puede identificar los factores ambientales y en las filas, el desarrollo de las actividades en la etapa de construcción, teniendo en cuenta que guarden relación con las partidas de ejecución de obra. El principal objetivo de esta herramienta es garantizar la evaluación de las acciones.

Se ha considerado las siguientes categorías ambientales:

- Componentes abióticos (aire, agua, suelo)
- Componente biótico (flora, fauna)
- Componente perceptual (calidad visual)
- Componentes socioeconómicos (generación de empleo, transporte, utilización momentánea de vías, salud y seguridad).

Para evaluar las interacciones entre las acciones y factores se les asigna un valor de 1 a 10 dependiendo si el impacto es positivo o negativo. El valor 1 que significa alteración mínima y el valor 10 que es la alteración máxima.

Para su identificación de las interacciones se debe tener en cuenta:

- a) **Clase:** logra indicar el tipo de consecuencia que genera dicho impacto, si son benéficas serán positivas (+) o si son negativas (-) serán perjudiciales.

Positivo: Es el efecto que favorece o refuerza las características que permiten la existencia de los componentes del medio involucrados en el análisis. Como logra favorecer la generación de condiciones que permiten una mejor utilización de los recursos naturales y sociales disponibles.

Negativo: es la situación que actúa en contra del mantenimiento de la calidad, cantidad y abundancia de los recursos ambientales o socioculturales.

- b) **Magnitud (M):** Se hace referencia al grado o nivel de alteración que sufre el factor ambiental a causa de una acción del proyecto.
- c) **Importancia (I):** Se evalúan el peso relativo que el factor ambiental considerado tiene dentro del ambiente que puede ser afectado por el proyecto.

La matriz principal. (Ver Anexo)

Descripción de los impactos ambientales

Para colocar los valores en la matriz de Leopold en primer lugar debemos de dar conocimiento de los factores ambientales y acciones del proyecto que se van a analizar para luego con criterio del equipo poder evaluarlas con la mayor seguridad posible.

Descripción de los factores ambientales

❖ Aire

- ✓ **Emisión de gases:** presencia de gases que alteran su calidad.
- ✓ **Partículas en suspensión:** presencia de partículas en suspensión en el aire que alteran la calidad.
- ✓ **Nivel de ruido:** Incremento de los niveles sonoros.
- ✓ **Efluvios:** Malos olores.

❖ Agua

- ✓ **Agua potable:** apta para la alimentación y uso doméstico. Debe ser incolora, inodora e insípida y cumplir con las exigencias sanitarias.
- ✓ **Agua subterránea:** es la que se encuentra bajo la superficie terrestre y ocupa los poros y las fisuras de las rocas más sólidas.
- ✓ **Agua residual:** es la que resulta de las actividades domésticas, industriales, agrícolas y que poseen contaminantes que deben ser tratados para una buena disposición final.
- ✓ **Calidad del agua:** afectación al agua es la medida de la condición del agua en relación con los requisitos de una o más especies bióticas o a cualquier necesidad humana o propósito.

❖ Suelo

- ✓ **Estabilidad:** Propiedad del suelo de mantenerse en equilibrio estable o de volver a dicho estado tras sufrir una perturbación.
- ✓ **Erosión:** es el desplazamiento de la capa superior de este, una forma de degradación del suelo.
- ✓ **Morfología:** es el estudio y descripción del tamaño, forma, disposición e interrelación de sus componentes, sus características y su relación con el paisaje.
- ✓ **Calidad de suelo:** es la capacidad del tipo de suelo para funcionar dentro de los límites de un ecosistema natural o antrópico.
- ✓ **Permeabilidad:** es la propiedad que tiene el suelo de transmitir el agua y el aire.

❖ Flora

- ✓ **Arbustos:** planta cuyo tallo principal (leñoso) se ramifica a poca altura sobre el suelo en varios troncos delgados y aproximadamente iguales.
- ✓ **Árboles:** planta de tronco leñoso, grueso y elevado que se ramifica a cierta altura del suelo formando la copa.
- ✓ **Plantas:** Las plantas son seres vivos inmóviles, adheridos a la tierra a través de raíces.

❖ Fauna

- ✓ **Aves:** animal vertebrado de sangre caliente, provisto de pico y alas, con el cuerpo cubierto de plumas.
- ✓ **Insectos:** es un artrópodo que tiene el cuerpo dividido en cabeza, tórax y abdomen.
- ✓ **Animales terrestres:** son animales que viven predominante o totalmente en la tierra.

❖ Calidad Visual

- ✓ **Paisaje natural:** creado por la naturaleza en el que viven plantas y animales.

❖ Factor Socioeconómico

- ✓ **Generación de empleo:** generado por la demanda de mano de obra, personal técnico y profesional.
- ✓ **Transporte:** es una actividad del sector terciario, entendida como el desplazamiento de objetos o personas.
- ✓ **Salud y seguridad:** prevención de las lesiones y enfermedades causadas por las condiciones de trabajo, y la protección de la salud de los trabajadores.

Descripción De Las Acciones Del Proyecto

❖ Trabajos Preliminares

TRABAJOS PRELIMINARES

- ✓ **Trazo y replanteo de zanjas para humedales:** proceso de definir y medir en un terreno las dimensiones de la obra donde se realizará la construcción.
- ✓ **Acopio de desmonte proveniente de la excavación:** el acopio y posterior eliminación de todo material excedente proveniente de la excavación.

SEGURIDAD Y SALUD

- ✓ **Equipos de protección individual y colectiva:** comprende la implementación con equipamiento de seguridad laboral para los trabajadores y personal profesional, además de incluir implementos que sirva como protección ante el COVID-19.

❖ Humedales Artificiales

EJECUCIÓN DE HUMEDALES ARTIFICIALES

MOVIMIENTO DE TIERRAS

- ✓ **Excavación zanjas:** con herramientas manuales para zanjas con profundidades menores a 1.50 metros y áreas pequeñas.
- ✓ **Refine y nivelación:** de zanjas para humedales artificiales.
- ✓ **Acarreo y eliminación de material excedente:** la eliminación de todo material excedente de la excavación, tuberías, demoliciones de bloques de anclaje bajo tierra, construcciones temporales, desmonte, etc.

COLOCACIÓN DE MATERIAL IMPERMEABILIZANTE

- ✓ **Suministro e instalación:** de geomembrana HDPE con espesor e=1 mm, especial para almacenamiento de aguas residuales.

- ❖ **Derivación de aguas residuales a humedales artificiales e incorporación de plantas acuáticas**
- ✓ **Bombeo de aguas residuales:** con motobomba de potencia 1,5 HP y manguera de 30 metros aproximadamente, usada para el bombeo de agua de canales y ríos con excedencia de caudal y su posterior riego a áreas de cultivo.
- ✓ **Colocación de plantas acuáticas:** en los humedales artificiales correspondientes para su posterior análisis de acuerdo al cronograma de investigación realizado.

Análisis de la matriz de identificación y evaluación de impactos ambientales

Se valoraron los diferentes ejes tanto el horizontal para los factores como el vertical para las acciones en la Matriz de Leopold, donde se identificará los mayores impactos causados por el proyecto analizado.

Tabla 41: Valorización de los impactos en el eje horizontal (factores)

FACTOR AMBIENTAL	COMPONENTE	VALORIZACIÓN
AIRE	Partículas en suspensión	-47
	Efluvios	-30
AGUA	Calidad del agua residual	0
SUELO	Morfología	-38
	Erosión	-35
	Calidad de suelo	-87
	Estabilidad	0
	Permeabilidad	-48
FLORA	Arbustos	-2
	Árboles y plantas	-9
FAUNA	Aves	-6
	Insectos	-4
	Animales terrestres	-6
CALIDAD VISUAL	Paisaje natural	-25
FACTOR SOCIOECONÓMICO.	Generación de empleo	14
	Calidad de Vida	0
	Seguridad y Salud	61

Fuente: Propia.

Tabla 42: Valorización de los impactos en el eje vertical (acciones)

ETAPA	ACTIVIDAD		VALORIZACIÓN
OBRAS PROVISIONALES	TRABAJOS PRELIMINARES Y SEGURIDAD Y SALUD	Limpieza del terreno natural	-20
		Trazo y replanteo de zanjas para humedales	1
		Equipos de protección individual	26
	MOVIMIENTO DE TIERRAS	Excavación de zanjas con herramientas manuales	-203
		Nivelación del fondo de zanja	-23
		Eliminación de material procedente de excavación	-26
	MATERIAL IMPERMEABILIZANTE	Colocación de geomembrana	-6
	DERIVACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES	Bombeo de aguas residuales	-50
		Incorporación de plantas acuáticas	12

Fuente: Propia.

Descripción de los principales impactos en la etapa de construcción

- Partículas en suspensión: Las partículas en suspensión son emitidas al momento de transportar el material de relleno al lugar de la obra, además también al momento de realizar las excavaciones de las zanjas y al realizar los trabajos que se ejecutarán por el personal de obra como (excavaciones manuales, limpieza del terreno, trazo y replanteo, entre otros.)
- Efluvios: Los efluvios o malos olores son producto de la carga orgánica presente en las aguas residuales, estos efluvios pudieron expandirse con mayor facilidad durante la actividad de bombeo de la laguna de control hacia los humedales artificiales.
- Calidad de suelo: En el suelo se verá reflejado el impacto al momento de realizar las excavaciones con herramientas manuales, que en algunos casos tiene una profundidad menor a 1 m, además de introducir materiales de relleno que contienen otras propiedades.
- Permeabilidad: La permeabilidad como tal, luego de ejecutados los humedales artificiales, se verá afectada debido a los estratos que volverán a ser puestos nuevamente en su lugar, estos deberán ser debidamente compactados para que no exista filtración de aire o agua entre los espacios vacíos que pudieran quedar.

Plan de Participación Ciudadana

El plan de participación ciudadana busca generar espacios de diálogo, de tal manera que se realicen actividades de consultas a los grupos afectados por el proyecto, y otros grupos de interés, de modo de incorporar sus opiniones y punto de vista. Además de mejorar la comunicación y buena relación durante la ejecución del proyecto entre el Estado, los titulares del proyecto y la ciudadanía en general.

El objetivo fundamental del programa de participación ciudadana es atenuar las posibles implicancias que se genera en la población afectada de la UPIS “San Miguel” y zonas aledañas, debido a algunos impactos tanto ambientales como socioeconómicos.

Mecanismos de participación ciudadana tomados en cuenta:

- Implementación de talleres participativos e informativos: Esto se desarrollará con la finalidad de que el titular explique a la población los alcances que tiene el proyecto y los estudios de impacto ambiental que se están realizando, además de resolver cualquier tipo de incertidumbre en torno a la ejecución del proyecto, asegurándose que los temas tratados sean entendidos.
- Audiencias Públicas: Reuniones que cierran el proceso de elaboración del estudio de impacto ambiental donde el titular del proyecto presentará entre otras cosas sus compromisos ambientales y sociales que tienen con la población.
- Implementación de una oficina de información: Son espacios permanentes, que estarán destinados a orientar y explicar sobre el proyecto y el estudio ambiental a cualquier persona que desee obtener información.
- Implementación de un buzón de sugerencias: Estos estarán ubicados en lugares visibles y accesibles para los pobladores donde los que deseen pueden colocar sugerencias al estudio de impacto ambiental o al proyecto.
- Además, se llevará a cabo la difusión del proyecto, mediante folletos informativos, periódicos, redes sociales y ubicación de señalización preventiva e informativa a lo largo del área de influencia directa del proyecto. Asimismo, se brindará todas las facilidades si se desea acceder a los estudios ambientales realizados, pues es de suma importancia contar con la opinión objetiva de la población.

Plan de Manejo Ambiental

Aspectos generales

El presente Plan de Manejo Ambiental (PMA) contiene programas que incluyen medidas orientadas a prevenir, corregir o mitigar los impactos ambientales negativos o fomentar aquellos positivos durante la etapa de construcción del proyecto “Diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales municipales facultativa, incorporando plantas acuáticas: lechuga de agua (*pistia stratiotes*) y jacinto de agua (*eichhornia crassipes*) para el distrito de Eten, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, 2019”

- Las medidas de prevención evitan que se presente el impacto o disminuyen su magnitud.
- Las medidas de corrección permiten la recuperación de la calidad ambiental del componente afectado luego de un determinado periodo de tiempo.
- Las medidas de mitigación son propias de impactos irreversibles y se orientan a atenuar los efectos consiguientes sobre el ambiente.

El Plan de manejo ambiental (PMA) es una estrategia para prevenir, controlar, mitigar, compensar y corregir los impactos negativos que han sido generados por el proyecto sobre el medio ambiente, pues se considerará las acciones que conduzcan a aplicar este conjunto de medidas y acentuar la presencia de impactos favorables.

Programa de medidas preventivas, mitigadoras y correctivas.

Subprograma de manejo de residuos sólidos, líquidos y efluentes

El manejo y gestión de los residuos sólidos, describe los procedimientos para minimizar, clasificar, almacenar, transportar y eliminar los residuos sólidos y líquidos generados durante la actividad del proyecto. En este sentido, se debe considerar cumplir con el D.S.003-2010 – MINAM, ya que exige y señala los límites máximos permitidos de los parámetros como SST, aceites y grasas, DQO,

DBO y coliformes fecales para su posterior disposición en el cuerpo receptor, a fin de no contaminar o dañar otros ecosistemas.

Tiene como fin minimizar cualquier impacto adverso sobre la salud humana y el ambiente, que pueda ser originado por la generación, manipulación y disposición final de las aguas residuales luego del tratamiento, evitando o disminuyendo al mínimo los impactos generados por dicha actividad, permitiendo a la Municipalidad de Ciudad Eten establecer un manejo y gestión adecuado de las mismas. Para lograr esto se tendrán en cuenta los siguientes lineamientos:

→ Cumplir con lo dispuesto en el D.S.003-2010 – MINAM.

Subprograma de Salud Local

La implementación de este subprograma tiene por objetivo prevenir, mitigar y reducir los posibles daños a la salud de las poblaciones afectadas por el desarrollo de las actividades de la obra, como consecuencia de la generación de emisiones gaseosas, material particulado.

Por ello, como medidas de prevención de daños a la población local, se tendrá en consideración según cada factor identificado.

❖ Factor Aire

a) Partículas en Suspensión:

→ Humedecer los materiales antes de cada jornada laboral en el área de trabajo para evitar las emisiones de partículas en suspensión, que en este caso vendría a ser el polvo.

→ El personal obrero que se encuentre mayormente expuestos a las emisiones de polvo durante las actividades de movimiento de tierra, contará con equipos de protección respiratoria.

b) Efluvios:

→ A causa del mal olor de las aguas residuales, el personal obrero hará uso de mascarillas quirúrgicas para evitar la inhalación directa del mismo.

❖ **Factor Flora**

Las medidas para mejorar la flora que se encuentra en la zona donde se realizará el proyecto serán las siguientes:

- Limitar el corte de vegetación a las áreas de trabajo establecidos.

❖ **Calidad Visual: Paisaje Natural**

Se debe aplicar medidas más adecuadas para ejecutar actividades con la finalidad de rehabilitación paisajística. Por lo tanto, se busca restablecer a los paisajes afectados durante la ejecución de las obras, así como de las áreas ocupadas por las obras e instalaciones temporales, estas actividades de rehabilitación serán las siguientes:

- Control en la acumulación de residuos de materiales en sitios no previstos, la mayor parte de estos residuos podrían ser desperdicios de tuberías y material utilizado en proyectos de esta característica.
- Mantenimiento y limpieza constantes de áreas con gran producción de material excedente, esto con la finalidad que no afecte la calidad paisajística del lugar, ya que si se acumulan de forma masiva la zona se verá perjudicada.
- Se deberá evitar el acopio innecesario del material extraído de la excavación, a fin de prevenir el deterioro de la calidad escénica del área intervenida.

Programa De Asuntos Sociales.

Este programa está dirigido con el objetivo de facilitar la relación entre la empresa consultora y la población involucrada a la zona del proyecto, para potenciar los beneficios a la población que es el tratamiento de las aguas residuales del distrito para su posterior reúso en el riego de cultivos.

Subprograma De Contratación De Mano De Obra Local.

Este subprograma hace referencia a las oportunidades de empleo que se van a generar en el distrito de Ciudad Eten. Teniendo como prioridad a las personas interesadas en trabajar en la obra durante su ejecución, aunque el requerimiento de mano de obra es mínimo.

Plan De Compensación Ambiental

La compensación ambiental es una herramienta de gestión ambiental que comprende medidas y acciones generadoras de beneficios ambientales proporcionales a los impactos ambientales significativos causados por el desarrollo del proyecto. La compensación ambiental debe operar siempre que no se puedan adoptar medidas de prevención, mitigación, recuperación y restauración. Para el proyecto se buscará compensar la naturaleza que se tendrá que remover inevitablemente puesto a que está ubicada en la zona donde se realizaron los humedales artificiales, por lo que se plantará.

- La reubicación de todos los arbustos y las plantas que se encuentren afectadas por el desarrollo de la ejecución del proyecto.
- El sembrío de nuevas áreas verdes en la zona de influencia directa del proyecto.

Con estas medidas se busca compensar los efectos negativos que la ejecución del proyecto puede ocasionar de manera inevitable en el ecosistema del área de influencia directa.

Conclusiones Y Recomendaciones

En las **conclusiones** tenemos los principales impactos ambientales analizados en la Matriz de Leopold como las medidas de mitigación más relevantes. Los cuales son:

Principales impactos ambientales analizados:

- Los impactos potenciales negativos se generan en el eje horizontal analizando los factores ambientales tenemos en el aire, partículas de suspensión con un valor de 47 (-) y efluvios con un valor de 30 (-), el factor suelo se observa la calidad de suelo con un valor de 87 (-), además de la permeabilidad con un valor de 48 (-). Y en el eje vertical en las acciones tenemos en la ejecución de humedales artificiales, la excavación de zanjas con herramientas manuales, con un valor de 203 (-); además en la actividad de bombeo de agua hacia los humedales se obtuvo un valor de 50 (-).
- Los impactos positivos de mayor relevancia se generan en el eje horizontal analizando los factores ambientales tenemos en el factor socioeconómico, la generación de empleo con un valor de 14 (+) y salud y seguridad con un valor de 61 (+). Y en el eje vertical tenemos en la acción de equipos de protección individual con un valor de 26 (+).

Con respecto a lo señalado se recomienda lo siguiente:

- Se aportará en la reubicación de la flora que se encuentran perjudicadas por el desarrollo de la construcción de la obra. Como el sembrío de nuevas áreas verdes que aportarán en la zona de influencia y como una compensación al medio ambiente por parte del proyecto, por ser una obra de construcción civil se ha obtenido un impacto negativo.
- Se recomienda tener en cuenta la normativa Resolución Ministerial N° 055-2020-TR y así los trabajadores utilicen los implementos de bioseguridad.

Bibliografía.

- [1] INGEMMET , «GEOCATMIN.» [En línea]. Available: <https://geocatmin.ingemmet.gob.pe/geocatmin/>.
- [2] V. C. Fernández-Vítora, Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental., 4ta ed., Madrid España: Mundiprensa, 1997, pp. 194-344.

Anexos

MAGNITUD IMPORTANCIA		ACCIONES										SUMA			
		FASE CONSTRUCCIÓN										MAGNITUD (+/-)	PROMEDIO		
		TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD			MOVIMIENTOS DE TIERRAS			MATERIAL IMPERMEABILIZANTE	DERIVACIÓN DE AGUAS RESIDUALES Y COLOCACIÓN DE PLANTAS ACUÁTICAS						
		Limpieza del terreno natural	Trazo y replanteo de zanjas para humedales	Equipos de protección individual	Excavación de zanjas con herramientas manuales	Nivelación del fondo de zanja	Eliminación de material procedente de la excavación	Colocación de geomembrana	Bombeo de aguas residuales	Incorporación de plantas acuáticas					
FACTORES AMBIENTALES	MEDIO ATMOSFÉRICO	AIRE													
		PARTÍCULAS EN SUSPENSIÓN	-2	1		-5	7	-3	-2	2	-5	-12	12	-47	
		EMISIÓN DE GASES								4	-5	-4	-20		
		ERUVIOS							6	-5	6	-30			
	MEDIO HÍDRICO	AGUA													
		CAUDAL DEL AGUA RESIDUAL									2	2	0	0	
	ENTORNO TERRITORIAL	SUELO	MORFOLOGÍA			-6	5	-3	-1	2			-10	9	-38
			EROSIÓN			-5	5	-2	5	2			-7	10	-35
			CAUDAL DE SUELO			-8	9	-3	5				-11	14	-67
			ESTABILIDAD (ASENTOS)										0	0	0
			PERMEABILIDAD			-6	8						-6	8	-48
		FLORA	MALEZA	-1	2								-1	2	-2
			ÁRBOLES Y ARBUSTOS	-1	3		-2	3					-3	6	-9
			FAUNA												
			AVES	-3	2								-3	2	-6
			INSECTOS	-2	2								-2	2	-4
	MEDIO PERCEPTUAL	CALIDAD VISUAL													
		PAISAJE NATURAL				-5	5	-3	4		2	6	15	-25	
	MEDIO SOCIOECONÓMICO	FACTOR SOCIOECONÓMICO													
		EMPLEO	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	12	8	14
		CAUDAL DE VIDA			1	6							1	1	1
		SALUD Y SEGURIDAD			5	6	6						11	11	61
	MAGNITUD (+/-)		-11	13	1	6	-29	-3	-9	-2	-10	2	6	14	-291
PROMEDIO		-22	1	26	-203	-23	-26	-6	-50	12	-291		VERIFICADO		

CONCLUSIONES

De acuerdo a lo expuesto en el trabajo de investigación realizado, se puede concluir que:

- ✓ La situación actual de la laguna en funcionamiento que abarca el sistema de lagunas de estabilización del distrito de Ciudad Eten, no remueve los límites que exige tanto la norma OS. 0.90 de aguas residuales como el Decreto Supremo realizado por el Ministerio del ambiente, en cuanto a dos parámetros como son: sólidos suspendidos totales y aceites y grasas, lo que significaría un impacto negativo en las fuentes o cursos de agua que sirvan como cuerpo receptor de las aguas luego de su tratamiento.
- ✓ Según los antecedentes, la capacidad de remoción de del Jacinto de agua (*eichhornia crassipes* o camalote) es mayor en comparación a la lechuga de agua (*pistia stratiotes*), tal es así que pueden remover hasta el 98% de los aportes per cápita como DBO5, DQO, aceites y grasas, sólidos suspendidos totales, coliformes termotolerantes y provocar un índice de pH de entre 7 y 8.2, lo que significa que puede volver neutra al agua o añadirle más hidrógeno convirtiéndola en agua base. Además, los aportes señalados las plantas en mención son capaces de remover metales pesados tales como nitritos, nitratos, fosfatos, ortofosfatos y nitrógeno amoniacal que son resultado de las actividades industriales, siendo consideradas altamente depuradoras.
- ✓ Además, de la bibliografía encontrada y expuesta mediante los antecedentes, existe gran influencia en el estudio de la remoción de contaminantes por medio de plantas acuáticas, cuando estas han sido colocadas en estanques o reactores de vidrio, debido a que los rayos ultravioleta ingresaron por las paredes laterales de los estanques acelerando la evaporación y por ende facilitando la hidrólisis de la molécula de agua necesaria para la fotosíntesis, lo que concluye en la formación de nuevas plantas que depuren las aguas residuales.
- ✓ Durante el cultivo de las plantas acuáticas, se pudo observar que la lechuga de agua (*pistia stratiotes*) tiene una edad de reproducción de 4 a 6 días

aproximadamente, mientras que el Jacinto de agua se reprodujo mediante estolones en 3 días aproximadamente, estos expuestos a una temperatura media mínima de 17°C y una temperatura máxima de 25° durante los meses de octubre y primeros días del mes de noviembre.

- ✓ Durante la investigación se pudo observar que el agua residual derivada de la laguna de control, pasó de un color amarillo oscuro a un color turquesa, que durante las dos primeras semanas se mantuvo y se mostrará en los anexos.
- ✓ Es necesario colocar la cantidad adecuada de plantas acuáticas para el tratamiento de las aguas residuales, esto debido a que el clima en que se llevó a cabo esta investigación fue templado y según bibliografía revisada durante este tiempo la reproducción de las plantas acuáticas tiene un tiempo de retardo, lo que indicaría que al no cubrir la superficie de agua con las macrófitas flotantes se limitaría el desarrollo de las mismas y un mejor tratamiento de las aguas residuales.
- ✓ Debido a la escasa cantidad de plantas acuáticas colocadas en los humedales artificiales y la consecuente recolección de las muestras para su posterior envío al laboratorio respectivo, fue necesario hacerlo en las zonas de entrada y a la mitad de las lagunas, ya que el viento como factor ambiental influyó en el movimiento y dispersión de las plantas, haciendo imposible el tratamiento completo en toda la superficie y fondo de las aguas residuales de ambos humedales.
- ✓ La capacidad de remoción de los parámetros de temperatura, sólidos suspendidos totales, aceites y grasas, y coliformes fecales resultó con valores aceptables, por parte del Jacinto de agua o eichhornia crassipes, durante los seis tiempos de investigación.
- ✓ Del diseño de la laguna facultativa en el programa Microsoft Excel, se pudo concluir que, de incorporar las plantas acuáticas en la misma se tendrá que evaluar la temperatura del medio, ya que la zona de estudio cuenta con un clima templado durante los meses de enero a abril, tiempos en donde la reproducción de las plantas acuáticas aumentará pudiendo cubrir toda la superficie haciendo

imposible el ingreso de rayos UV para la eliminación de contaminantes. Además de considerar un tiempo y costo de implantación de las plantas, esto ya que, si se plantea solo ejecutar un sistema de lagunas facultativas en paralelo, éstas sufrirán cambios de adaptabilidad presentando el crecimiento de larvas en las hojas y raíces.

- ✓ El presupuesto elaborado para la ejecución de un sistema de lagunas con el dimensionamiento calculado en el programa Microsoft Excel, será de Quince millones, ochocientos ocho mil quinientos treinta y cinco con 93/100 soles.
- ✓ De evaluarse la posibilidad de la construcción de un sistema de tratamiento de aguas residuales conformada por lagunas anaerobias en paralelo, una laguna facultativa y una laguna de maduración, se deberá realizar una recolección de muestras en el afluente (entrada) y efluente (salida) del sistema, de acuerdo a un tiempo de retención determinado, del cual se obtendrán las características en las que se encuentran las aguas y así evaluar si el sistema ejecutado viene realizando un buen funcionamiento y hacerle un monitoreo y mantenimiento respectivo.

RECOMENDACIONES

Luego de realizadas las actividades de la Fase I y II, III y IV del presente trabajo de investigación se recomienda lo siguiente:

- ✓ Que al realizar trabajos de investigación con este tipo de macrofitas, se las tenga en condiciones controladas ya que son atractivas para que los insectos habiten y por ende estos pueden atraer enfermedades que pueden afectar la salud pública.
- ✓ Al determinar las profundidades de los humedales construidos de manera artificial, estos deberán cumplir con las características y dimensiones óptimas según el tipo que se requieran, ya que las plantas acuáticas en su mayoría cuentan con raíces que son capaces de incrementar su longitud hasta los 30 cm.
- ✓ Evaluar el material a usar para impermeabilizar el fondo de los humedales, ya que, si se plantea el uso de arcilla o grava en el fondo, éstos pueden filtrar el suelo provocando percolación y contaminar fuentes de agua subterráneas.
- ✓ Las visitas a plantas de tratamiento deben realizarse con los implementos de seguridad individual correspondientes tales como mascarillas, para evitar en mayor medida la inhalación de malos olores, o guantes, en caso se requiera la extracción de las aguas residuales para su estudio.
- ✓ Se recomienda fabricar o construir un sistema de macrófitas flotantes, que inhiba el desplazamiento de las plantas acuáticas en el agua debido al viento, y contribuir a que se vea el sistema de manera uniforme.
- ✓ Se recomienda retirar plantas invasoras como también plantas del humedal que mueran o se sequen, ya que si entran en putrefacción aumentará la carga orgánica en el humedal.
- ✓ Compartir las experiencias de la planta a escala piloto ya que representa una opción de tratamiento amigable con el medio ambiente mediante la descentralización de sistemas convencionales de tratamiento de aguas residuales municipales.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] A. Noyola, «TENDENCIAS EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE,» México, 2003.
- [2] C. G. T. y. Y. M. O. J. Larios- Meño, «LAS AGUAS RESIDUALES Y SUS CONSECUENCIAS EN EL PERÚ,» *Saber y Hacer*, p. 18, 2015.
- [3] J. P. Méndez Vega y M. P. Jhonny, Diagnóstico Situacional de los Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales en las EPS del Perú y Propuestas de Solución, Lima: RyF publicaciones y Servicios S.A.C., 2008.
- [4] M. d. Ambiente, *Decreto Supremo N°003*, Lima, 2010.
- [5] RNE, Reglamento Nacional de Edificaciones, Lima: Megabyte, 2018.
- [6] Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio ambiente, España, «*Pistia stratiotes*,» *Catálogo español de especies tóxicas invasoras*, nº 1,2, p. 3, 2013.
- [7] Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, España, «*Eichhornia crassipes*,» *Catálogo de especies tóxicas invasoras*, nº 1, p. 1, 2011.
- [8] F. G. J, Manual de Fitodepuración. Filtros de macrófitas en flotación., Madrid, 2014.
- [9] P. ., P. H. H. W. ., S. Y. ., S. M. Meng, «How to increase microbial degradation in constructed wetlands: Influencing factors and improvement measures,» *Bioresource Technology*, nº 316-326, p. 157, 2014.
- [10] J. Romero Rojas, Tratamiento de aguas residuales para Lagunas de estabilización, Bogotá: Alfaomega, 1999.
- [11] E. César Valdéz y V. G. A., Ingeniería de los sistemas de tratamiento y disposición de aguas residuales, México, 2003.
- [12] Pérez Lahiguera, José Antonio, «Aplicación de macrófitas acuáticas en el tratamiento de aguas residuales urbanas y sus subproductos mediante humedales artificiales en clima mediterráneo.,» Madrid, 2014.
- [13] Z. M. García Trujillo, «Comparación y evaluación de tres plantas acuáticas para determinar la eficiencia de remoción de nutrientes en el tratamiento de aguas residuales domésticas.,» Lima, 2012.

- [14] K. L. Vargas Torres, «Evaluación de *Eichhornia crassipes* y *Lemna minor* en la remoción de parámetros de las aguas residuales domésticas de la quebrada Azungue de la ciudad de Moyobamba.,» Moyobamba, 2015.
- [15] E. Coronel Castro, «Eficiencia del Jacinto de agua (*eichhornia crassipes*) y lenteja de agua (*lemna minor*) en el tratamiento de las aguas residuales de la universidad Santo Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas,» Chachapoyas, 2015.
- [16] B. Saavedra Castillo, «Aplicación de macrófitas en flotación como ayuda en el tratamiento de aguas residuales en la laguna UDEP,» Piura, 2017.
- [17] E. W. Castillo Rojas, «Eficiencia de *Lemna sp* y *Eichhornia crassipes*, en la remoción de nutrientes del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales en Celendín.,» Celendín, Cajamarca, 2017.
- [18] K. L. Quispe Benavides y M. K. Ayala Amaringo, «Utilización de la *Eichhornia crassipes* y *Lemna minor* en la remoción de nitrógeno y fósforo, de las aguas residuales de la laguna de oxidación de la empresa EMAPACOP SA,» Pucallpa, 2017.
- [19] A. L. Solano Carrión, «Comparación de la eficiencia de *Pistia stratiotes* y *Azolla filliculoides* para mejorar la calidad del agua residual del dren 4000,» Chiclayo, 2019.

ANEXOS

ANEXO I: CARTA DE PRESENTACIÓN



Chiclayo, 21 de octubre de 2019

CARTA N°158-2019-USAT-EICA

Señor
 Nilton Emilio Chafloque Córdova
 Alcalde
 MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CIUDAD ETEN
Presente.-

ATENCIÓN: Ing. Viviana Del Milagro Cumpa Millones
 ÁREA DE GESTIÓN Y SANEAMIENTO AMBIENTAL

De mi especial consideración:

Es grato expresarle mis saludos a nombre de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo y desearle éxitos en su gestión al frente de su representada.

Al mismo tiempo, presentarle a la estudiante TORRES GARCIA CLAUDIA VANESSA, con DNI 71896513, de la escuela de Ingeniería CIVIL AMBIENTAL quien se encuentra desarrollando su proyecto de tesis con título "EVALUACIÓN DEL APOORTE DE LAS PLANTAS ACUÁTICAS LECHUGA DE AGUA (*pistia stratiotes*) Y JACINTO DE AGUA (*eichhornia crassipes*) EN EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES DEL DISTRITO DE ETEN, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2019", el cual redundará en beneficio de la comunidad.

Por esta razón, les solicitamos le otorguen las facilidades, permisos y apoyo pertinentes, para realizar los ensayos en su laboratorio y los resultados respectivos para la continuidad de su proyecto.

Seguros de contar con su apoyo, nos suscribimos de Usted reiterando nuestro afán por trabajar mancomunadamente por el desarrollo y bienestar de la comunidad estudiantil.

Atentamente,



Ing. Aníbal Teodoro Díaz Orrego
 DIRECTOR DE ESCUELA
 Ingeniería Civil Ambiental

ESCUELA DE INGENIERÍA
 CIVIL AMBIENTAL

Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo-Perú (074) 606200 - 606217 www.usat.edu.pe



ANEXO II: SOLICITUD DE PERMISO A EPSEL

"AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN Y LA IMPUNIDAD"

Señor
 Arturo Colchado Bolívar
 Gerente General
 EPSEL S.A.
Presente.-

ATENCIÓN: Blgo. Lorenzo Agapito Bocanegra Campos
 JEFE DE OFICINA DE CONTROL DE CALIDAD



ASUNTO: Requisitos para acceder a información

REFERENCIA: Proyecto de tesis denominado:

"EVALUACIÓN DEL APORTE DE LAS PLANTAS ACUÁTICAS LECHUGA DE AGUA (*pistia stratiotes*) Y JACINTO DE AGUA (*Eichhornia crassipes*) EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES DEL DISTRITO DE ETEN, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE"

De mi especial consideración:

Es grato dirigirme a su despacho para saludarlo y a la vez manifestarle lo siguiente:

Que en calidad de alumna que cursa el 8° ciclo de la carrera de Ingeniería Civil Ambiental de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo de la ciudad de Chiclayo, he decidido desarrollar el proyecto de tesis denominado "Evaluación del aporte de las plantas acuáticas lechuga de agua (*pistia stratiotes*) y jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) en el tratamiento de aguas residuales municipales del Distrito De Eten, Provincia De Chiclayo, Departamento De Lambayeque", motivo por el cual solicito a su digno despacho los requisitos de necesarios a presentar para poder acceder a la información concerniente a la operación de las Lagunas de Estabilización del Distrito de Eten, que es de donde se obtendrán muestras de aguas residuales para el desarrollo del proyecto mencionado.

Por lo expuesto, pido a usted acceder a mi petición antes mencionada

Atentamente,



Claudia Vanessa Torres García

ANEXO III: PAPELETA DE VISITA A EPSEL



PAPELETA DE VISITANTE

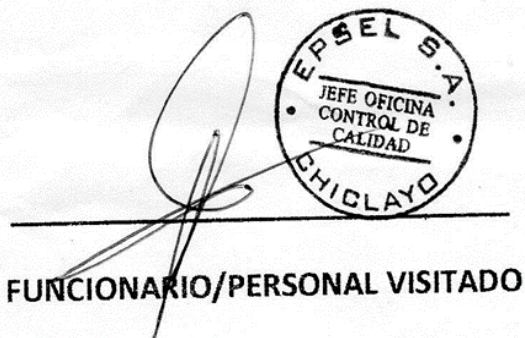
N° 04Fecha: 12-11-19

DATOS DEL VISITANTE

Nombres: Torres Garcia
ClaudiaN° Doc. Identificación 71896513Vehículo placa: —

SOLICITA ENTREVISTA CON:

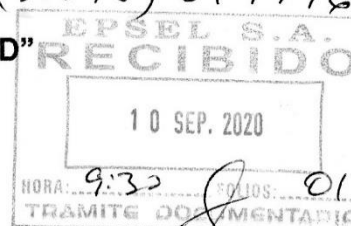
Nombre del funcionario/ personal: Ing. Nicolás SerranoÓrgano o Unidad Orgánica: C. CalidadHora de ingreso 08:31 Hora de salida: 10:43

SEGURIDAD

FUNCIONARIO/PERSONAL VISITADO

ANEXO IV: SOLICITUD PARA ANÁLISIS DE MUESTRAS

(31378) 649946
 “AÑO DE LA UNIVERSALIZACIÓN DE LA SALUD”



Señor
 Arturo Colchado Bolívar
 Gerente General
 EPSEL S.A.
 Presente. -

ATENCIÓN: Blgo. Lorenzo Agapito Bocanegra Campos
JEFE DE OFICINA DE CONTROL DE CALIDAD

ASUNTO: Control de aguas residuales

REFERENCIA: Tesis denominada:

“DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES FACULTATIVA, INCORPORANDO PLANTAS ACUÁTICAS: LECHUGA DE AGUA (pistia stratiotes) Y JACINTO DE AGUA (eicchornia crassipes) PARA EL DISTRITO DE ETEN, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2019”

De mi especial consideración:

Es grato dirigirme a su despacho para saludarlo y a la vez manifestarle lo siguiente:

Que en calidad de alumna que cursa el 10° ciclo de la carrera de Ingeniería Civil Ambiental de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo de la ciudad de Chiclayo, he decidido desarrollar la tesis denominada **“Diseño de una Planta de Tratamiento de aguas residuales Municipales Facultativa, incorporando plantas acuáticas: lechuga de agua (pistia stratiotes) y jacinto de agua (eicchornia crassipes) para el distrito de Eten, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, 2019”**, motivo por el cual solicito a su digno despacho, el análisis de tres muestras de aguas residuales que se obtendrán a partir de la aprobación de esta solicitud.

Por lo expuesto, pido a usted acceder a mi petición antes mencionada.

Atentamente,

 Claudia Vanessa Torres García
 DNI: 71896513

ANEXO V: CARTA DE SOLICITUD PARA EJECUCIÓN DE TESIS



Chiclayo, 20 de octubre de 2020

CARTA N°117-2020-USAT-EICA

Señor
Nilton Emilio Chafloque Córdova
 Alcalde
MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CIUDAD ETEN
Presente. -



De mi especial consideración:

Es grato dirigirme a usted para expresarle mis saludos a nombre de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo y desearle éxitos en su gestión al frente de su representada.

Asimismo, por este medio presentarle a la estudiante **TORRES GARCIA CLAUDIA VANESSA** identificada con DNI N° 71896513 y código universitario 131TD43268 de la **ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL**, quien se encuentra desarrollando su tesis aprobado bajo la denominación: **"DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES FACULTATIVA INCORPORANDO PLANTAS ACUÁTICAS: LECHUGA DE AGUA (pistia stratiotes) Y JACINTO DE AGUA (eichhornia crassipes) PARA EL DISTRITO DE ETEN, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2019"**.

Por este motivo, solicitamos a usted pueda otorgarle las facilidades, permisos y apoyo pertinente para que pueda realizar la construcción de dos humedales artificiales de 160 metros cuadrados cada uno por 55 centímetros de profundidad cerca de las lagunas de oxidación del mismo distrito, además cuenta con planos de ubicación, localización y croquis para los humedales artificiales. El mismo que tiene como finalidad la continuidad de su trabajo de investigación; tomando en cuenta las medidas de seguridad y aislamiento social decretado por el gobierno, frente a la propagación del COVID 19.

Agradeciendo de antemano su atención que brinde a la presente, me despido expresando mi especial consideración y estima personal

Se expide la presente carta a solicitud del interesado.

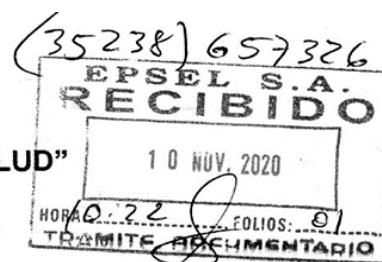
Atentamente,

Firmado digitalmente por:
 WILSON MARTIN GARCIA VERA
 Motivo: Doy V° B°
 Fecha: 22/10/2020 Hora: 07:18:28

Mtro. Ing. Martín García Vera
Decano (e) Facultad de Ingeniería y Arquitectura
USAT

ANEXO VI: DOCUMENTO DE CONOCIMIENTO A GERENTE DE EPSEL

“AÑO DE LA UNIVERSALIZACIÓN DE LA SALUD”



Señor
 Arturo Colchado Bolívar
Gerente General
EPSEL S.A.

ASUNTO: Hacer de conocimiento ejecución de tesis de investigación

REFERENCIA: Tesis denominada

“DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES FACULTATIVA, INCORPORANDO PLANTAS ACUÁTICAS: LECHUGA DE AGUA (pistia stratiotes) Y JACINTO DE AGUA (eichhornia crassipes) PARA EL DISTRITO DE ETEN, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2019”


De mi especial consideración:

Es grato dirigirme a su despacho para saludarlo y a la vez manifestarle lo siguiente:

Que en calidad de alumna que cursa el 10° ciclo de la carrera de Ingeniería Civil Ambiental de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo de la ciudad de Chiclayo, he decidido desarrollar la tesis denominada: **“Diseño de una Planta De Tratamiento de aguas residuales Municipales Facultativa, incorporando plantas acuáticas: lechuga de agua (pistia stratiotes) y jacinto de agua (eichhornia crassipes) para el distrito de Eten, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, 2019”**, motivo por el cual se hace de su conocimiento la ejecución de 2 humedales artificiales de 160 m² (metros cuadrados) cada uno, con profundidad de 1.50 m (metros) mediante derivación de las lagunas presentes en la zona de estudio mencionada y la posterior incorporación de plantas acuáticas con la finalidad de promover la investigación en base a sus características depuradoras dentro de medios acuáticos contaminados, esto a través de la autorización correspondiente de la entidad involucrada. Además de solicitarle el análisis de las muestras que se obtendrán durante los meses de investigación, con el objetivo de que sirva como antecedentes a su entidad para la puesta en colocación de alternativas ecológicas en el tratamiento de las aguas residuales.

Por lo expuesto, agradezco a usted su atención y comprensión.

Atentamente,


 Claudia Vanessa Torres García
 DNI: 71896513

ANEXO VII: IMÁGENES

Imagen N° 14: Etapa de construcción de las lagunas de oxidación. Año 2012.



Fuente: Google Earth.

Imagen N° 15: Aspecto del agua rojiza debido a la sobrecarga orgánica, como resultado de las altas concentraciones de azufre. Laguna B. 2013.



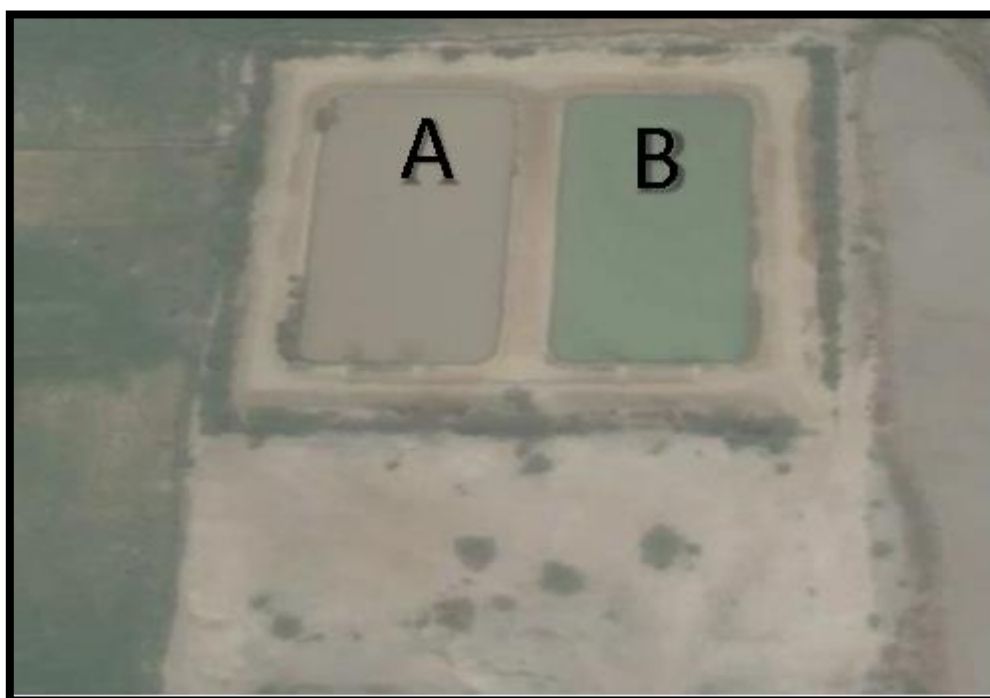
Fuente: Google Earth.

Imagen N° 16: Aspecto de un color café amarillento en las aguas, debido al crecimiento excesivo de crustáceos, además del incremento del pH y la presencia de malos olores. Año. 2014.



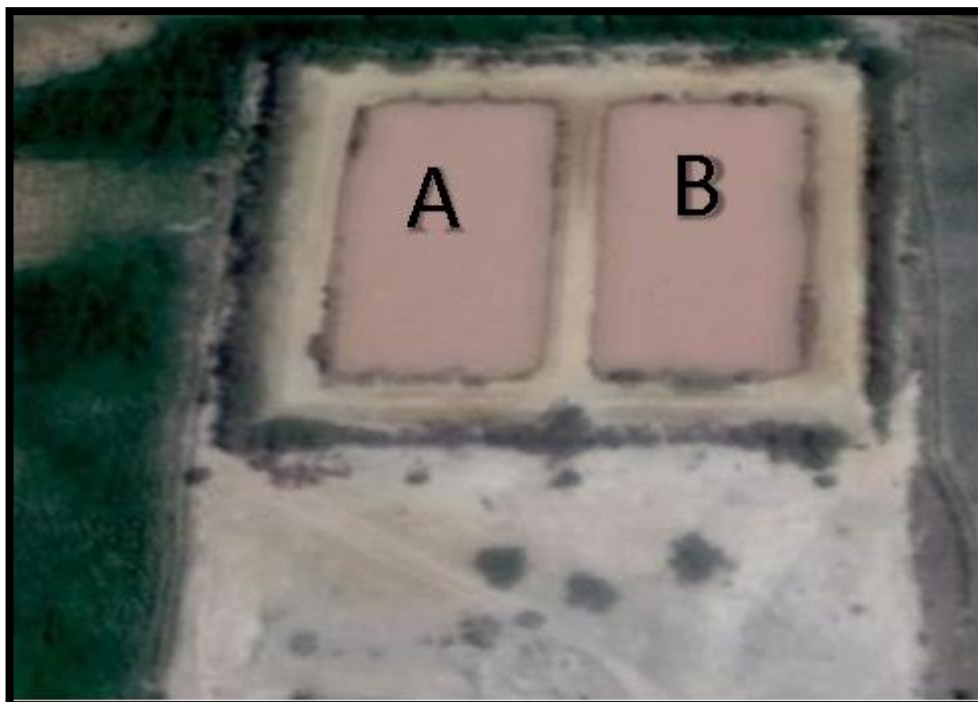
Fuente: Google Earth.

Imagen N° 17: Aspecto de color verde lechoso en las aguas de la Laguna B, debido al aumento de la temperatura y pH. Año 2014.



Fuente: Google Earth.

Imagen N° 18: Aspecto de color gris en las aguas de la Laguna B, debido a la sobrecarga y períodos de retención muy cortos, por lo que se puede alcanzar la oxidación de la carga orgánica. Año 2016.



Fuente: Google Earth.

Imagen N° 19: Aspecto del agua rojiza, debido a la sobrecarga orgánica, como resultado de las altas concentraciones de azufre. Laguna B. Año 2017.



Fuente: Google Earth.

ANEXO VIII: FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1: Vista general de las lagunas de oxidación de ciudad Eten.



Fuente: Propia.

Fotografía 2: Presencia de arbustos cerca a los afluentes de las lagunas.



Fuente: Propia.

Fotografía 3: Ramales que llevan el agua desde la cámara de bombeo hacia las lagunas de oxidación.



Fuente: Propia.

Fotografía 4: Mallas en los ramales que sirven para retener sólidos de gran tamaño llevados por la red de alcantarillado hacia la cámara de bombeo.



Fuente: Propia.

Fotografía 5: Cámara de bombeo de las aguas residuales a las lagunas de oxidación.



Fuente: Propia.

Fotografía 6: Bombeo de las aguas residuales hacia las lagunas de oxidación.



Fuente: Propia.

Fotografía 7: Afluente de la laguna de oxidación denominada “B”.



Fuente: Propia.

Fotografía 8: Efluente de la laguna de oxidación denominada “B”.



Fuente: Propia.

Fotografía 9: Afluente de la laguna de oxidación denominada “A”.



Fuente: Propia.

Fotografía 10: Efluente de la laguna de oxidación denominada “A”.



Fuente: Propia.

Fotografía 11: Brecha realizada por pobladores para el desvío del efluente de la laguna de oxidación “A” y es usada como bebida de la ganadería de la zona.



Fuente: Propia.

Fotografía 12: Visita a las lagunas de oxidación de Ciudad Eten.



Fuente: Propia.

Fotografía 13: Raíces de la lechuga de agua..



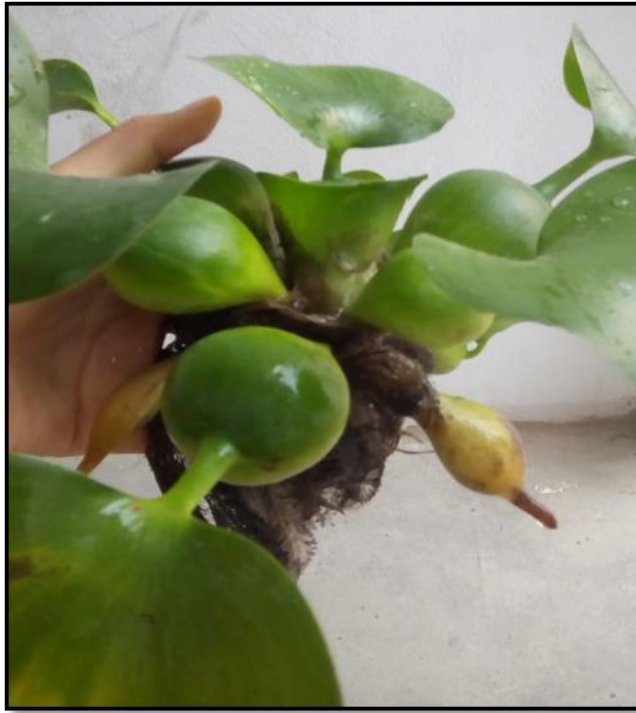
Fuente: Propia.

Fotografía 14: Lechuga de agua vista desde arriba.



Fuente: Propia.

Fotografía 15: Raíces del Jacinto de agua.



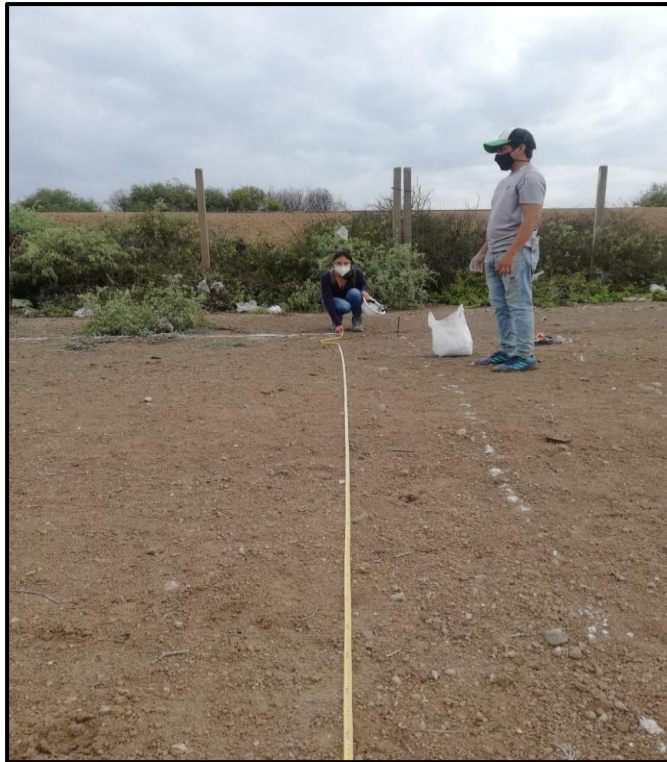
Fuente: Propia.

Fotografía 16: Jacinto de agua.



Fuente: Propia.

Fotografía 17: Delimitación del área para excavación de humedales.



Fuente: Propia.

Fotografía 18: Excavación de zanjas para humedales artificiales.



Fuente: Propia.

Fotografía 19: Colocación de la geomembrana HDPE de 1mm.



Fuente: Propia.

Fotografía 20: Derivación de las aguas residuales de la laguna de control hacia los humedales.



Fuente: Propia.

Fotografía 21: Colocación de las plantas acuáticas en ambos humedales.



Fuente: Propia.

Fotografía 22: Humedales artificiales con el agua residual y las plantas acuáticas incorporadas.



Fuente: Propia.

Fotografía 23: Coloración turquesa del humedal artificial con lechuga de agua a los 7 días de iniciada la investigación.



Fuente: Propia.

Fotografía 24: Coloración turquesa del humedal artificial con Jacinto de agua a los 7 días de iniciada la investigación.



Fuente: Propia.

Fotografía 25: Presencia de larvas en el tallo de las lechugas de agua.



Fuente: Propia.

Fotografía 26: Visita a los humedales artificiales a los 12 días de iniciada la investigación.



Fuente: Propia.

Fotografía 27: Coloración verdosa del agua residual del humedal que contiene a los jacintos de agua.



Fuente: Propia.

Fotografía 29: Coloración verdosa del agua residual que contiene a las lechugas de agua.



Fuente: Propia.

Fotografía 30: Recolección de muestras del agua residual de la laguna de control.



Fuente: Propia.

Fotografía 31: Recolección de muestras de aguas residuales de los humedales a los 14 días de investigación.



Fuente: Propia.

Fotografía 32: Preparación de muestras recolectadas para su envío al laboratorio.



Fuente: Propia.

Fotografía 33: Cadena de custodia de primeras muestras recolectadas.

INFORME DE ENSAYOS					OBSERVACIONES:	
N° ORDEN DE TRABAJO: 0 0 1						
TIPO DE ENVASES						
Plástico		Blanco	<input checked="" type="checkbox"/>			
		Ambar	<input type="checkbox"/>			
		Otros	<input type="checkbox"/>			
Vidrio		Transparente	<input checked="" type="checkbox"/>			
		Ambar	<input checked="" type="checkbox"/>			
		Otros	<input type="checkbox"/>			
ITEM	CODIGO DE MUESTRA	HORA	FECHA	TIPO DE MUESTRA (*)	FISICO-QUIMICOS	
1	001	4:49pm	05/05/2021	A.R. Municipal	Conductividad	
2	002	4:50pm	05/05/2021	A.R. Municipal	Color	
3	003	4:51pm	05/05/2021	u	Color	
4	004	4:52pm	05/05/2021	u	Sabor	
5	005	4:41pm	05/05/2021	v	pH	
6	006	4:42pm	05/05/2021	u	Temperatura	
7	007	4:43pm	05/05/2021	u	Sólidos Suspendedos Totales	
8	008	4:44pm	05/05/2021	u	Sólidos Disueltos Totales	
9	009	4:35pm	05/05/2021	u	Sólidos Totales	
10	010	4:36pm	05/05/2021	u	Sólidos Suspendidos	
11	011	4:37pm	05/05/2021	u	Sólidos Disueltos	
12	012	4:38pm	05/05/2021	u	Sólidos Totales	

OBSERVACIONES:

CONDICIÓN DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS:
 T°C de recepción: En buen estado

COMENTARIOS:

Fuente: Propia.

Fotografía 34: Elaboración de un sistema de macrófita flotantes.



Fuente: Propia.

Fotografía 35: Colocación del sistema de macrófitas flotantes, colocado en el humedal con lechugas de agua.



Fuente: Propia.

Fotografía 36: Florecimiento del Jacinto de agua.



Fuente: Propia.

Fotografía 37: Recolección de segundo grupo de muestras de aguas residuales a los 19 días de investigación.



Fuente: Propia.

Fotografía 38: Coloración verde clara en el humedal artificial con lechuga de agua a los 19 días de investigación.



Fuente: Propia.

Fotografía 40: Coloración verde claro en la laguna del humedal artificial con jacintos de agua a los 19 días de investigación.



Fuente: Propia.

Fotografía 41: Recolección de muestras de aguas residuales de los humedales artificiales a los 23 días de investigación.



Fuente: Propia.

Fotografía 42 : Recolección de las muestras de agua de los humedales artificiales con los 27 días de investigación



Fuente: Propia.

Fotografía 43: Coloración verde amarillento de las aguas residuales de los humedales artificiales a los 27 días de investigación.



Fuente: Propia.

Fotografía 44: Recolección de muestras de las aguas residuales a los 33 días de investigación.



Fuente: Propia.

Fotografía 45: Presencia de lentejas de agua sobre la superficie del humedal con lechuga de agua.



Fuente: Propia.

Fotografía 47: Coloración verdosa oscura de los humedales artificiales.



Fuente: Propia.

Fotografía 48: Recolección de muestras de las aguas residuales a los 37 días de investigación.



Fuente: Propia.

ANEXO IX: ENSAYOS



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO No LE 026



Registro N° LE -

INFORME DE ENSAYO

T-326-E221-TORRES

Pág. 01 de 03

CLIENTE : TORRES GARCIA CLAUDIA VANESSA
CALLE LOS PAIGLES MZ C LOTE 9 - FERREÑAFE - CHICLAYO

METODO DE ENSAYO : Fisico-Químico, Químico, Microbiológico

ITEM DE ENSAYO : Agua Residual

PRESENTACIÓN DE LOS ITEM DE ENSAYO : Envases de plástico y vidrio
Preservadas

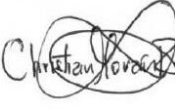


MUESTREO : Muestras tomadas por el cliente

LUGAR Y FECHAS DE RECEPCIÓN : Trujillo, 6 de Mayo de 2021
Hora: 09:00

LUGAR Y FECHAS DE EJECUCIÓN : Trujillo, 6 de Mayo de 2021

MÉTODO DE ENSAYO

Parámetro	Norma-Método	Límite de detección
Ph	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500, A y B. 22nd Ed. 2012	- Units pH
Temperatura	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550, A y B. 23rd Ed. 2017	- °C
Sólidos Suspendidos Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 A, D, 22nd Ed. 2012	2.12 mg/L
Aceites y Grasas	EPA METHOD 1664 Rev. A 1999	1.59 mg/L
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 A,B, 22nd Ed. 2012	2.0 mg/L
Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 5220, A y D. 23rd Ed. 2017	9.15 mg/L
Coliformes Fecales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-2, 23rd Ed. 2017	1.8 NMP/100mL

Sello	Fecha Emisión	Jefe Administrativo	Jefe del Laboratorio de Química	Jefe de Gestión de Calidad
	25/05/2021	 Christian Moran	 Anthony Vivar Paredes	 Karen Ahumada Leon

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS SOLICITADOS PARA LOS ITEM DE ENSAYO RECIBIDOS.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN EL PERMISO DE NKAP SRL.

> Todos los resultados de los ensayos son considerados confidenciales.

> Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del ensayo analizado por un tiempo máximo de 5 días después de emitido el informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo requerimiento expreso del cliente

> Informes de ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



INFORME DE ENSAYO

T-326-E221-TORRES

Pág. 02 de 03

Código de Laboratorio			T-326-01
Código de Cliente			Laguna de Estabilización B
Ítem de Ensayo			Agua Residual
Fecha de Muestreo			5/05/2021
Hora de Muestreo			16:35
Parámetro	Símbolo	Unidad	
pH		Units pH	7.53
Temperatura	T	°C	23.2
Sólidos Suspendidos Totales	TSS	mg/L	133.0
Aceites y Grasas	HEM	mg/L	9.375
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO	mg/L	197.8
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/L	536.7

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





INFORME DE ENSAYO

T-326-E221-TORRES

Pág. 03 de 03

Código de Laboratorio		T-326-01
Código de Cliente		Laguna de Estabilización B
Item de Ensayo		Agua Residual
Fecha de Muestreo		5/05/2021
Hora de Muestreo		16:35
Parámetro	Símbolo	Unidad
Coliformes Fecales	NMP/100mL	49X10 ⁵





LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO No LE 026



INFORME DE ENSAYO

T-327-E221-TORRES

Pág. 01 de 03

CLIENTE : TORRES GARCIA CLAUDIA VANESSA
CALLE LOS PAIGLES MZ C LOTE 9 - FERREÑAFE - CHICLAYO

METODO DE ENSAYO : Fisico-Químico, Químico, Microbiológico

ITEM DE ENSAYO : Agua Residual

PRESENTACIÓN DE LOS ITEM DE ENSAYO : Envases de plástico y vidrio
Preservadas

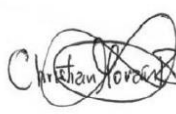
MUESTREO : Muestras tomadas por el cliente

LUGAR Y FECHAS DE RECEPCIÓN : Trujillo, 6 de Mayo de 2021
Hora: 09:00

LUGAR Y FECHAS DE EJECUCIÓN : Trujillo, 6 de Mayo de 2021

MÉTODO DE ENSAYO

Parámetro	Norma-Método	Límite de detección
Ph	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500, A y B. 22nd Ed. 2012	- Units pH
Temperatura	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550, A y B. 23rd Ed. 2017	- °C
Solidos Suspendidos Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 A, D, 22nd Ed. 2012	2.12 mg/L
Aceites y Grasas	EPA METHOD 1664 Rev. A 1999	1.59 mg/L
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 A,B, 22nd Ed. 2012	2.0 mg/L
Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220, A y D. 23rd Ed. 2017	9.15 mg/L
Coliformes Fecales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-2, 23rd Ed. 2017	1.8 NMP/100mL

Sello	Fecha Emisión	Jefe Administrativo	Jefe del Laboratorio de Química	Jefe de Gestion de Calidad
	25/05/2021	 Christian Moran	 Anthony Vivar Paredes	 Karen Ahumada Leon

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS SOLICITADOS PARA LOS ITEM DE ENSAYO RECIBIDOS.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN EL PERMISO DE NKAP SRL.

> Todos los resultados de los ensayos son considerados confidenciales.

> Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del ensayo analizado por un tiempo máximo de 5 días después de emitido el informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo requerimiento expreso del cliente

> Informes de ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



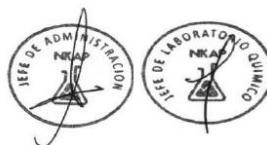
INFORME DE ENSAYO

T-327-E221-TORRES

Pág. 02 de 03

Código de Laboratorio			T-327-01
Código de Cliente			Humeral con Lechuga de Agua
Ítem de Ensayo			Agua Residual
Fecha de Muestreo			5/05/2021
Hora de Muestreo			16:41
Parámetro	Símbolo	Unidad	
pH		Units pH	9.75
Temperatura	T	°C	23.2
Sólidos Suspendidos Totales	TSS	mg/L	491.2
Aceites y Grasas	HEM	mg/L	17.52
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO	mg/L	287.8
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/L	799.4

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





INFORME DE ENSAYO

T-327-E221-TORRES

Pág. 03 de 03

Código de Laboratorio		T-327-01	
Código de Cliente		Humeral con Lechuga de Agua	
Ítem de Ensayo		Agua Residual	
Fecha de Muestreo		5/05/2021	
Hora de Muestreo		16:41	
Parámetro	Símbolo	Unidad	
Coliformes Fecales	NMP/100mL		<1.8





LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO No LE 026



INFORME DE ENSAYO

T-328-E221-TORRES

Pág. 01 de 03

CLIENTE : TORRES GARCIA CLAUDIA VANESSA
CALLE LOS PAIGLES MZ C LOTE 9 - FERREÑAFE - CHICLAYO

METODO DE ENSAYO : Fisico-Químico, Químico, Microbiológico

ITEM DE ENSAYO : Agua Residual

PRESENTACIÓN DE LOS ITEM DE ENSAYO : Envases de plástico y vidrio
Preservadas



MUESTREO : Muestras tomadas por el cliente

LUGAR Y FECHAS DE RECEPCIÓN : Trujillo, 6 de Mayo de 2021
Hora: 09:00

LUGAR Y FECHAS DE EJECUCIÓN : Trujillo, 6 de Mayo de 2021

MÉTODO DE ENSAYO

Parámetro	Norma-Método	Límite de detección
Ph	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500, A y B. 22nd Ed. 2012	- Units pH
Temperatura	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550, A y B. 23rd Ed. 2017	- °C
Solidos Suspendidos Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 A, D, 22nd Ed. 2012	2.12 mg/L
Aceites y Grasas	EPA METHOD 1664 Rev. A 1999	1.59 mg/L
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 A,B, 22nd Ed. 2012	2.0 mg/L
Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220, A y D. 23rd Ed. 2017	9.15 mg/L
Coliformes Fecales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-2, 23rd Ed. 2017	1.8 NMP/100mL

Sello	Fecha Emisión	Jefe Administrativo	Jefe del Laboratorio de Química	Jefe de Gestion de Calidad
	25/05/2021	 Christian Moran	 Anthony Vivar Paredes	 Karen Ahumada Leon

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS SOLICITADOS PARA LOS ITEM DE ENSAYO RECIBIDOS.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN EL PERMISO DE NKAP SRL.

> Todos los resultados de los ensayos son considerados confidenciales.

> Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del ensayo analizado por un tiempo máximo de 5 días después de emitido el informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo requerimiento expreso del cliente

> Informes de ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



INFORME DE ENSAYO

T-328-E221-TORRES

Pág. 02 de 03

Código de Laboratorio			T-328-01
Código de Cliente			Humeral con Jacinto de Agua
Ítem de Ensayo			Agua Residual
Fecha de Muestreo			5/05/2021
Hora de Muestreo			16:50
Parámetro	Símbolo	Unidad	
pH		Units pH	9.68
Temperatura	T	°C	23.2
Sólidos Suspendidos Totales	TSS	mg/L	413.8
Aceites y Grasas	HEM	mg/L	11.18
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO	mg/L	294.8
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/L	741.2

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





INFORME DE ENSAYO

T-328-E221-TORRES

Pág. 03 de 03

Código de Laboratorio		T-328-01	
Código de Cliente		Humeral con Jacinto de Agua	
Ítem de Ensayo		Agua Residual	
Fecha de Muestreo		5/05/2021	
Hora de Muestreo		16:50	
Parámetro	Símbolo	Unidad	
Coliformes Fecales	NMP/100mL	79	





LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO No LE 026



INFORME DE ENSAYO

T-338-E221-TORRES

Pág. 01 de 03

CLIENTE : TORRES GARCIA CLAUDIA VANESSA
CALLE LOS PAIGLES MZ C LOTE 9 - FERREÑAFE - CHICLAYO

METODO DE ENSAYO : Fisico-Químico, Químico, Microbiológico

ITEM DE ENSAYO : Agua Residual

PRESENTACIÓN DE LOS ITEM DE ENSAYO : Envases de plástico y vidrio
Preservadas

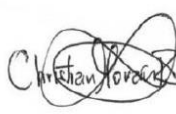


MUESTREO : Muestras tomadas por el cliente

LUGAR Y FECHAS DE RECEPCIÓN : Trujillo, 11 de Mayo de 2021
Hora: 08:00

LUGAR Y FECHAS DE EJECUCIÓN : Trujillo, 11 de Mayo de 2021

MÉTODO DE ENSAYO

Parámetro	Norma-Método	Límite de detección
Ph	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500, A y B. 22nd Ed. 2012	- Units pH
Temperatura	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550, A y B. 23rd Ed. 2017	- °C
Solidos Suspendidos Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 A, D, 22nd Ed. 2012	2.12 mg/L
Aceites y Grasas	EPA METHOD 1664 Rev. A 1999	1.59 mg/L
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 A,B, 22nd Ed. 2012	2.0 mg/L
Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220, A y D. 23rd Ed. 2017	9.15 mg/L
Coliformes Fecales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-2, 23rd Ed. 2017	1.8 NMP/100mL

Sello	Fecha Emisión	Jefe Administrativo	Jefe del Laboratorio de Química	Jefe de Gestion de Calidad
	27/05/2021	 Christian Moran	 Anthony Vivar Paredes	 Karen Ahumada Leon

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS SOLICITADOS PARA LOS ITEM DE ENSAYO RECIBIDOS.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN EL PERMISO DE NKAP SRL.

> Todos los resultados de los ensayos son considerados confidenciales.

> Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del ensayo analizado por un tiempo máximo de 5 días después de emitido el informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo requerimiento expreso del cliente

> Informes de ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



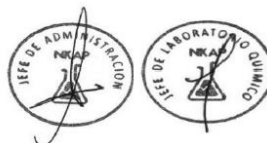
INFORME DE ENSAYO

T-338-E221-TORRES

Pág. 02 de 03

Código de Laboratorio			T-338-01
Código de Cliente			Humeral con Lechuga de Agua
Item de Ensayo			Agua Residual
Fecha de Muestreo			10/05/2021
Hora de Muestreo			12:06
Parámetro	Símbolo	Unidad	
pH		Units pH	9.83
Temperatura	T	°C	21.6
Sólidos Suspendidos Totales	TSS	mg/L	245.00
Aceites y Grasas	HEM	mg/L	21.97
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO	mg/L	183.0
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/L	687.9

(*) Los metodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA





INFORME DE ENSAYO

T-338-E221-TORRES

Pág. 03 de 03

Código de Laboratorio		T-338-01
Código de Cliente		Humeral con Lechuga de Agua
Item de Ensayo		Agua Residual
Fecha de Muestreo		10/05/2021
Hora de Muestreo		12:06
Parámetro	Símbolo	Unidad
Coliformes Fecales	NMP/100mL	<1.8





LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO No LE 026



INFORME DE ENSAYO

T-339-E221-TORRES

Pág. 01 de 03

CLIENTE : TORRES GARCIA CLAUDIA VANESSA
CALLE LOS PAIGLES MZ C LOTE 9 - FERREÑAFE - CHICLAYO

METODO DE ENSAYO : Fisico-Químico, Químico, Microbiológico

ITEM DE ENSAYO : Agua Residual

PRESENTACIÓN DE LOS ITEM DE ENSAYO : Envases de plástico y vidrio
Preservadas


MUESTREO : Muestras tomadas por el cliente

LUGAR Y FECHAS DE RECEPCIÓN : Trujillo, 11 de Mayo de 2021
Hora: 08:00

LUGAR Y FECHAS DE EJECUCIÓN : Trujillo, 11 de Mayo de 2021

MÉTODO DE ENSAYO

Parámetro	Norma-Método	Límite de detección
Ph	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500, A y B. 22nd Ed. 2012	- Units pH
Temperatura	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550, A y B. 23rd Ed. 2017	- °C
Solidos Suspendidos Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 A, D, 22nd Ed. 2012	2.12 mg/L
Aceites y Grasas	EPA METHOD 1664 Rev. A 1999	1.59 mg/L
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 A,B, 22nd Ed. 2012	2.0 mg/L
Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220, A y D. 23rd Ed. 2017	9.15 mg/L
Coliformes Fecales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-2, 23rd Ed. 2017	1.8 NMP/100mL

Sello	Fecha Emisión	Jefe Administrativo	Jefe del Laboratorio de Química	Jefe de Gestion de Calidad
	27/05/2021	 Christian Moran	 Anthony Vivar Paredes	 Karen Ahumada Leon

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS SOLICITADOS PARA LOS ITEM DE ENSAYO RECIBIDOS.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN EL PERMISO DE NKAP SRL.

> Todos los resultados de los ensayos son considerados confidenciales.

> Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del ensayo analizado por un tiempo máximo de 5 días después de emitido el informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo requerimiento expreso del cliente

> Informes de ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



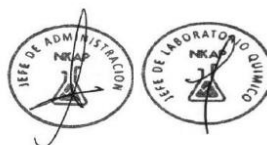
INFORME DE ENSAYO

T-339-E221-TORRES

Pág. 02 de 03

Código de Laboratorio			T-339-01
Código de Cliente			Humeral con Jacinto de Agua
Item de Ensayo			Agua Residual
Fecha de Muestreo			10/05/2021
Hora de Muestreo			12:18
Parámetro	Símbolo	Unidad	
pH		Units pH	9.78
Temperatura	T	°C	21.6
Sólidos Suspendidos Totales	TSS	mg/L	408.8
Aceites y Grasas	HEM	mg/L	29.5
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO	mg/L	225.5
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/L	811.8

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





INFORME DE ENSAYO

T-339-E221-TORRES

Pág. 03 de 03

Código de Laboratorio		T-339-01	
Código de Cliente		Humeral con Jacinto de Agua	
Ítem de Ensayo		Agua Residual	
Fecha de Muestreo		10/05/2021	
Hora de Muestreo		12:18	
Parámetro	Símbolo	Unidad	
Coliformes Fecales	NMP/100mL		<1.8





LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO No LE 026



INFORME DE ENSAYO

T-349-E221-TORRES

Pág. 01 de 03

CLIENTE : TORRES GARCIA CLAUDIA VANESSA
CALLE LOS PAIGLES MZ C LOTE 9 - FERREÑAFE - CHICLAYO

METODO DE ENSAYO : Físico-Químico, Químico, Microbiológico

ITEM DE ENSAYO : Agua Residual

PRESENTACIÓN DE LOS ITEM DE ENSAYO : Envases de plástico y vidrio
Preservadas

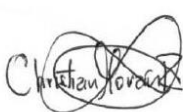


MUESTREO : Muestras tomadas por el cliente

LUGAR Y FECHAS DE RECEPCIÓN : Trujillo, 15 de Mayo de 2021
Hora: 08:00

LUGAR Y FECHAS DE EJECUCIÓN : Trujillo, 15 de Mayo de 2021

MÉTODO DE ENSAYO

Parámetro	Norma-Método	Límite de detección
Ph	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500, A y B, 22nd Ed. 2012	- Units pH
Temperatura	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550, A y B, 23rd Ed. 2017	- °C
Solidos Suspendidos Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 A, D, 22nd Ed. 2012	2.12 mg/L
Aceites y Grasas	EPA METHOD 1664 Rev. A 1999	1.59 mg/L
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 A,B, 22nd Ed. 2012	2.0 mg/L
Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF, Part 5220, A y D, 23rd Ed. 2017	9.15 mg/L
Coliformes Fecales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-2, 23rd Ed. 2017	1.8 NMP/100mL

Sello	Fecha Emisión	Jefe Administrativo	Jefe del Laboratorio de Química	Jefe de Gestion de Calidad
	4/06/2021	 Christian Moran	 Anthony Vivar Paredes	 Karen Ahumada Leon

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS SOLICITADOS PARA LOS ITEM DE ENSAYO RECIBIDOS.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN EL PERMISO DE NKAAP SRL.

> Todos los resultados de los ensayos son considerados confidenciales.

> Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del ensayo analizado por un tiempo máximo de 5 días después de emitido el informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo requerimiento expreso del cliente

> Informes de ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



INFORME DE ENSAYO

T-349-E221-TORRES

Pág. 02 de 03

Código de Laboratorio		T-349-01	
Código de Cliente		Humeral con Lechuga de Agua	
Ítem de Ensayo		Agua Residual	
Fecha de Muestreo		14/05/2021	
Hora de Muestreo		16:16	
Parámetro	Símbolo	Unidad	
pH		Units pH	7.83
Temperatura	T	°C	20.6
Sólidos Suspendidos Totales	TSS	mg/L	94.00
Aceites y Grasas	HEM	mg/L	6.53
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO	mg/L	278.4
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/L	595.0





INFORME DE ENSAYO

T-349-E221-TORRES

Pág. 03 de 03

Código de Laboratorio		T-349-01	
Código de Cliente		Humeral con Lechuga de Agua	
Ítem de Ensayo		Agua Residual	
Fecha de Muestreo		14/05/2021	
Hora de Muestreo		16:16	
Parámetro	Símbolo	Unidad	
Coliformes Fecales	NMP/100mL	2	





LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO No LE 026



INFORME DE ENSAYO

T-350-E221-TORRES

Pág. 01 de 03

CLIENTE : TORRES GARCIA CLAUDIA VANESSA
CALLE LOS PAIGLES MZ C LOTE 9 - FERREÑAFE - CHICLAYO

METODO DE ENSAYO : Físico-Químico, Químico, Microbiológico

ITEM DE ENSAYO : Agua Residual

PRESENTACIÓN DE LOS ITEM DE ENSAYO : Envases de plástico y vidrio
Preservadas

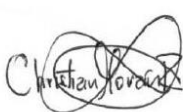


MUESTREO : Muestras tomadas por el cliente

LUGAR Y FECHAS DE RECEPCIÓN : Trujillo, 15 de Mayo de 2021
Hora: 08:00

LUGAR Y FECHAS DE EJECUCIÓN : Trujillo, 15 de Mayo de 2021

MÉTODO DE ENSAYO

Parámetro	Norma-Método	Límite de detección
Ph	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500, A y B, 22nd Ed. 2012	- Units pH
Temperatura	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550, A y B, 23rd Ed. 2017	- °C
Solidos Suspendidos Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 A, D, 22nd Ed. 2012	2.12 mg/L
Aceites y Grasas	EPA METHOD 1664 Rev. A 1999	1.59 mg/L
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 A,B, 22nd Ed. 2012	2.0 mg/L
Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF, Part 5220, A y D, 23rd Ed. 2017	9.15 mg/L
Coliformes Fecales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-2, 23rd Ed. 2017	1.8 NMP/100mL

Sello	Fecha Emisión	Jefe Administrativo	Jefe del Laboratorio de Química	Jefe de Gestion de Calidad
	4/06/2021	 Christian Moran	 Anthony Vivar Paredes	 Karen Ahumada Leon

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS SOLICITADOS PARA LOS ITEM DE ENSAYO RECIBIDOS.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN EL PERMISO DE NKAAP SRL.

> Todos los resultados de los ensayos son considerados confidenciales.

> Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del ensayo analizado por un tiempo máximo de 5 días después de emitido el informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo requerimiento expreso del cliente

> Informes de ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

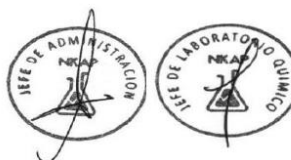


INFORME DE ENSAYO

T-350-E221-TORRES

Pág. 02 de 03

Código de Laboratorio			T-350-01
Código de Cliente			Humeral con Jacinto de Agua 25, 26, 27, 28
Item de Ensayo			Agua Residual
Fecha de Muestreo			14/05/2021
Hora de Muestreo			16:05
Parámetro	Símbolo	Unidad	
pH		Units pH	9.59
Temperatura	T	°C	20.5
Sólidos Suspendidos Totales	TSS	mg/L	242.5
Aceites y Grasas	HEM	mg/L	5.53
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO	mg/L	298.9
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/L	757.3





INFORME DE ENSAYO

T-350-E221-TORRES

Pág. 03 de 03

Código de Laboratorio		T-350-01	
Código de Cliente		Humeral con Jacinto de Agua 25, 26, 27, 28	
Ítem de Ensayo		Agua Residual	
Fecha de Muestreo		14/05/2021	
Hora de Muestreo		16:05	
Parámetro	Símbolo	Unidad	
Coliformes Fecales	NMP/100mL		<1.8





LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO No LE 026



INFORME DE ENSAYO

T-354-E221-TORRES

Pág. 01 de 03

CLIENTE : TORRES GARCIA CLAUDIA VANESSA
CALLE LOS PAIGLES MZ C LOTE 9 - FERREÑAFE - CHICLAYO

METODO DE ENSAYO : Fisico-Químico, Químico, Microbiológico

ITEM DE ENSAYO : Agua Residual

PRESENTACIÓN DE LOS ITEM DE ENSAYO : Envases de plástico y vidrio
Preservadas

MUESTREO : Muestras tomadas por el cliente

LUGAR Y FECHAS DE RECEPCIÓN : Trujillo, 19 de Mayo de 2021
Hora: 08:00

LUGAR Y FECHAS DE EJECUCIÓN : Trujillo, 19 de Mayo de 2021

MÉTODO DE ENSAYO

Parámetro	Norma-Método	Límite de detección
Ph	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500, A y B. 22nd Ed. 2012	- Units pH
Temperatura	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550, A y B. 23rd Ed. 2017	- °C
Solidos Suspendidos Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 A, D, 22nd Ed. 2012	2.12 mg/L
Aceites y Grasas	EPA METHOD 1664 Rev. A 1999	1.59 mg/L
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 A,B, 22nd Ed. 2012	2.0 mg/L
Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220, A y D. 23rd Ed. 2017	9.15 mg/L
Coliformes Fecales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-2, 23rd Ed. 2017	1.8 NMP/100mL

Sello	Fecha Emisión	Jefe Administrativo	Jefe del Laboratorio de Química	Jefe de Gestion de Calidad
	8/06/2021	 Christian Moran	 Anthony Vivar Paredes	 Karen Ahumada Leon

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS SOLICITADOS PARA LOS ITEM DE ENSAYO RECIBIDOS.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN EL PERMISO DE NKAP SRL.

> Todos los resultados de los ensayos son considerados confidenciales.

> Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del ensayo analizado por un tiempo máximo de 5 días después de emitido el informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo requerimiento expreso del cliente

> Informes de ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



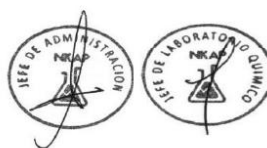
INFORME DE ENSAYO

T-354-E221-TORRES

Pág. 02 de 03

Código de Laboratorio			T-354-01
Código de Cliente			Humeral con Lechuga de Agua 29, 30, 31, 32
Item de Ensayo			Agua Residual
Fecha de Muestreo			18/05/2021
Hora de Muestreo			15:24
Parámetro	Símbolo	Unidad	
pH		Units pH	7.77
Temperatura	T	°C	21.8
Sólidos Suspendidos Totales	TSS	mg/L	40.50
Aceites y Grasas	HEM	mg/L	4.55
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO	mg/L	209.6
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/L	538.0

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





INFORME DE ENSAYO

T-354-E221-TORRES

Pág. 03 de 03

Código de Laboratorio			T-354-01
Código de Cliente			Humeral con Lechuga de Agua 29, 30, 31, 32
Item de Ensayo			Agua Residual
Fecha de Muestreo			18/05/2021
Hora de Muestreo			15:24
Parámetro	Símbolo	Unidad	
Coliformes Fecales	NMP/100mL	<1.8	





LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO No LE 026



INFORME DE ENSAYO

T-355-E221-TORRES

Pág. 01 de 03

CLIENTE : TORRES GARCIA CLAUDIA VANESSA
CALLE LOS PAIGLES MZ C LOTE 9 - FERREÑAFE - CHICLAYO

METODO DE ENSAYO : Físico-Químico, Químico, Microbiológico

ITEM DE ENSAYO : Agua Residual

PRESENTACIÓN DE LOS ITEM DE ENSAYO : Envases de plástico y vidrio
Preservadas

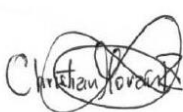

MUESTREO : Muestras tomadas por el cliente

LUGAR Y FECHAS DE RECEPCIÓN : Trujillo, 19 de Mayo de 2021
Hora: 08:00

LUGAR Y FECHAS DE EJECUCIÓN : Trujillo, 19 de Mayo de 2021

MÉTODO DE ENSAYO

Parámetro	Norma-Método	Límite de detección
Ph	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500, A y B. 22nd Ed. 2012	- Units pH
Temperatura	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550, A y B. 23rd Ed. 2017	- °C
Solidos Suspendidos Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 A, D, 22nd Ed. 2012	2.12 mg/L
Aceites y Grasas	EPA METHOD 1664 Rev. A 1999	1.59 mg/L
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 A,B, 22nd Ed. 2012	2.0 mg/L
Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF, Part 5220, A y D. 23rd Ed. 2017	9.15 mg/L
Coliformes Fecales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-2, 23rd Ed. 2017	1.8 NMP/100mL

Sello	Fecha Emisión	Jefe Administrativo	Jefe del Laboratorio de Química	Jefe de Gestion de Calidad
	8/06/2021	 Christian Moran	 Anthony Vivar Paredes	 Karen Ahumada Leon

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS SOLICITADOS PARA LOS ITEM DE ENSAYO RECIBIDOS.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN EL PERMISO DE NKAAP SRL.

> Todos los resultados de los ensayos son considerados confidenciales.

> Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del ensayo analizado por un tiempo máximo de 5 días después de emitido el informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo requerimiento expreso del cliente

> Informes de ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



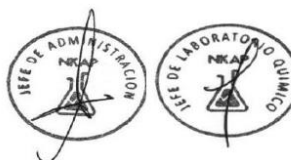
INFORME DE ENSAYO

T-355-E221-TORRES

Pág. 02 de 03

Código de Laboratorio			T-355-01
Código de Cliente			Humeral con Jacinto de Agua 33, 34, 35, 36
Item de Ensayo			Agua Residual
Fecha de Muestreo			18/05/2021
Hora de Muestreo			15:33
Parámetro	Símbolo	Unidad	
pH		Units pH	8.63
Temperatura	T	°C	21.7
Sólidos Suspendidos Totales	TSS	mg/L	137.0
Aceites y Grasas	HEM	mg/L	7.28
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO	mg/L	426.8
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/L	735.0

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





INFORME DE ENSAYO

T-355-E221-TORRES

Pág. 03 de 03

Código de Laboratorio		T-355-01	
Código de Cliente		Humeral con Jacinto de Agua 33, 34, 35, 36	
Ítem de Ensayo		Agua Residual	
Fecha de Muestreo		18/05/2021	
Hora de Muestreo		15:33	
Parámetro	Símbolo	Unidad	
Coliformes Fecales	NMP/100mL		<1.8





LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO No LE 026



INFORME DE ENSAYO

T-359-E221-TORRES

Pág. 01 de 03

CLIENTE : TORRES GARCIA CLAUDIA VANESSA
CALLE LOS PAIGLES MZ C LOTE 9 - FERREÑAFE - CHICLAYO

METODO DE ENSAYO : Fisico-Químico, Químico, Microbiológico

ITEM DE ENSAYO : Agua Residual

PRESENTACIÓN DE LOS ITEM DE ENSAYO : Envases de plástico y vidrio
Preservadas



MUESTREO : Muestras tomadas por el cliente

LUGAR Y FECHAS DE RECEPCIÓN : Trujillo, 25 de Mayo de 2021
Hora: 08:00

LUGAR Y FECHAS DE EJECUCIÓN : Trujillo, 25 de Mayo de 2021

MÉTODO DE ENSAYO

Parámetro	Norma-Método	Límite de detección
Ph	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500, A y B. 22nd Ed. 2012	- Units pH
Temperatura	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550, A y B. 23rd Ed. 2017	- °C
Solidos Suspendidos Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 A, D, 22nd Ed. 2012	2.12 mg/L
Aceites y Grasas	EPA METHOD 1664 Rev. A 1999	1.59 mg/L
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 A,B, 22nd Ed. 2012	2.0 mg/L
Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220, A y D. 23rd Ed. 2017	9.15 mg/L
Coliformes Fecales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-2, 23rd Ed. 2017	1.8 NMP/100mL

Sello	Fecha Emisión	Jefe Administrativo	Jefe del Laboratorio de Química	Jefe de Gestion de Calidad
	12/06/2021	 Christian Moran	 Anthony Vivar Paredes	 Karen Ahumada Leon

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS SOLICITADOS PARA LOS ITEM DE ENSAYO RECIBIDOS.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN EL PERMISO DE NKAP SRL.

> Todos los resultados de los ensayos son considerados confidenciales.

> Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del ensayo analizado por un tiempo máximo de 5 días después de emitido el informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo requerimiento expreso del cliente

> Informes de ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



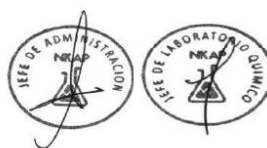
INFORME DE ENSAYO

T-359-E221-TORRES

Pág. 02 de 03

Código de Laboratorio			T-359-01
Código de Cliente			Humeral con Lechuga de Agua 37, 38, 39, 40
Item de Ensayo			Agua Residual
Fecha de Muestreo			24/05/2021
Hora de Muestreo			20:34
Parámetro	Símbolo	Unidad	
pH		Units pH	9.07
Temperatura	T	°C	21.7
Sólidos Suspendidos Totales	TSS	mg/L	197.5
Aceites y Grasas	HEM	mg/L	5.20
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO	mg/L	314.1
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/L	624.7

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





INFORME DE ENSAYO

T-359-E221-TORRES

Pág. 03 de 03

Código de Laboratorio		T-359-01
Código de Cliente		Humeral con Lechuga de Agua 37, 38, 39, 40
Item de Ensayo		Agua Residual
Fecha de Muestreo		24/05/2021
Hora de Muestreo		20:34
Parámetro	Símbolo	Unidad
Coliformes Fecales	NMP/100mL	<1.8





LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO No LE 026



INFORME DE ENSAYO

T-360-E221-TORRES

Pág. 01 de 03

CLIENTE : TORRES GARCIA CLAUDIA VANESSA
CALLE LOS PAIGLES MZ C LOTE 9 - FERREÑAFE - CHICLAYO

METODO DE ENSAYO : Fisico-Químico, Químico, Microbiológico

ITEM DE ENSAYO : Agua Residual

PRESENTACIÓN DE LOS ITEM DE ENSAYO : Envases de plástico y vidrio
Preservadas

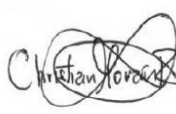
MUESTREO : Muestras tomadas por el cliente

LUGAR Y FECHAS DE RECEPCIÓN : Trujillo, 25 de Mayo de 2021
Hora: 08:00

LUGAR Y FECHAS DE EJECUCIÓN : Trujillo, 25 de Mayo de 2021

MÉTODO DE ENSAYO

Parámetro	Norma-Método	Límite de detección
Ph	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500, A y B. 22nd Ed. 2012	- Units pH
Temperatura	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550, A y B. 23rd Ed. 2017	- °C
Solidos Suspendidos Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 A, D, 22nd Ed. 2012	2.12 mg/L
Aceites y Grasas	EPA METHOD 1664 Rev. A 1999	1.59 mg/L
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 A,B, 22nd Ed. 2012	2.0 mg/L
Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220, A y D. 23rd Ed. 2017	9.15 mg/L
Coliformes Fecales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-2, 23rd Ed. 2017	1.8 NMP/100mL

Sello	Fecha Emisión	Jefe Administrativo	Jefe del Laboratorio de Química	Jefe de Gestion de Calidad
	12/06/2021	 Christian Moran	 Anthony Vivar Paredes	 Karen Ahumada Leon

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS SOLICITADOS PARA LOS ITEM DE ENSAYO RECIBIDOS.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN EL PERMISO DE NKAP SRL.

> Todos los resultados de los ensayos son considerados confidenciales.

> Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del ensayo analizado por un tiempo máximo de 5 días después de emitido el informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo requerimiento expreso del cliente

> Informes de ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



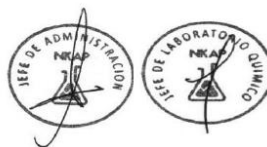
INFORME DE ENSAYO

T-360-E221-TORRES

Pág. 02 de 03

Código de Laboratorio			T-360-01
Código de Cliente			Humeral con Jacinto de Agua 41, 42, 43, 44
Ítem de Ensayo			Agua Residual
Fecha de Muestreo			24/05/2021
Hora de Muestreo			15:47
Parámetro	Símbolo	Unidad	
pH		Units pH	8.04
Temperatura	T	°C	21.6
Sólidos Suspendidos Totales	TSS	mg/L	49.00
Aceites y Grasas	HEM	mg/L	4.70
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO	mg/L	202.3
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/L	583.8

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





INFORME DE ENSAYO

T-360-E221-TORRES

Pág. 03 de 03

Código de Laboratorio		T-360-01	
Código de Cliente		Humeral con Jacinto de Agua 41, 42, 43, 44	
Ítem de Ensayo		Agua Residual	
Fecha de Muestreo		24/05/2021	
Hora de Muestreo		15:47	
Parámetro	Símbolo	Unidad	
Coliformes Fecales	NMP/100mL		2





LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO No LE 026



INFORME DE ENSAYO

T-367-E221-TORRES

Pág. 01 de 03

CLIENTE : TORRES GARCIA CLAUDIA VANESSA
CALLE LOS PAIGLES MZ C LOTE 9 - FERREÑAFE - CHICLAYO

METODO DE ENSAYO : Físico-Químico, Químico, Microbiológico

ITEM DE ENSAYO : Agua Residual

PRESENTACIÓN DE LOS ITEM DE ENSAYO : Envases de plástico y vidrio
Preservadas




MUESTREO : Muestras tomadas por el cliente

LUGAR Y FECHAS DE RECEPCIÓN : Trujillo, 29 de Mayo de 2021
Hora: 08:00

LUGAR Y FECHAS DE EJECUCIÓN : Trujillo, 29 de Mayo de 2021

MÉTODO DE ENSAYO

Parámetro	Norma-Método	Límite de detección
Ph	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500, A y B. 22nd Ed. 2012	- Units pH
Temperatura	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550, A y B. 23rd Ed. 2017	- °C
Solidos Suspendidos Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 A, D, 22nd Ed. 2012	2.12 mg/L
Aceites y Grasas	EPA METHOD 1664 Rev. A 1999	1.59 mg/L
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 A,B, 22nd Ed. 2012	2.0 mg/L
Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220, A y D. 23rd Ed. 2017	9.15 mg/L
Coliformes Fecales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-2, 23rd Ed. 2017	1.8 NMP/100mL

Sello	Fecha Emisión	Jefe Administrativo	Jefe del Laboratorio de Química	Jefe de Gestión de Calidad
	16/06/2021	 Alexandra Aurazo	 Anthony Vivar Paredes	 Karen Ahumada Leon

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS SOLICITADOS PARA LOS ITEM DE ENSAYO RECIBIDOS.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN EL PERMISO DE NKAP SRL.

> Todos los resultados de los ensayos son considerados confidenciales.

> Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del ensayo analizado por un tiempo máximo de 5 días después de emitido el informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo requerimiento expreso del cliente

> Informes de ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



INFORME DE ENSAYO

T-367-E221-TORRES

Pág. 02 de 03

Código de Laboratorio			T-367-01
Código de Cliente			Humeral con Lechuga de Agua 45,16,47,48
Item de Ensayo			Agua Residual
Fecha de Muestreo			28/05/2021
Hora de Muestreo			15:27
Parámetro	Símbolo	Unidad	
pH		Units pH	8.85
Temperatura	T	°C	21.8
Sólidos Suspendidos Totales	TSS	mg/L	53.50
Aceites y Grasas	HEM	mg/L	5.67
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO	mg/L	345.7
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/L	686.7

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





INFORME DE ENSAYO

T-367-E221-TORRES

Pág. 03 de 03

Código de Laboratorio		T-367-01	
Código de Cliente		Humeral con Lechuga de Agua 45,16,47,48	
Item de Ensayo		Agua Residual	
Fecha de Muestreo		28/05/2021	
Hora de Muestreo		15:27	
Parámetro	Símbolo	Unidad	
Coliformes Fecales	NMP/100mL		<1.8





LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO No LE 026



INFORME DE ENSAYO

T-368-E221-TORRES

Pág. 01 de 03

CLIENTE : TORRES GARCIA CLAUDIA VANESSA
CALLE LOS PAIGLES MZ C LOTE 9 - FERREÑAFE - CHICLAYO

METODO DE ENSAYO : Fisico-Químico, Químico, Microbiológico

ITEM DE ENSAYO : Agua Residual

PRESENTACIÓN DE LOS ITEM DE ENSAYO : Envases de plástico y vidrio
Preservadas




MUESTREO : Muestras tomadas por el cliente

LUGAR Y FECHAS DE RECEPCIÓN : Trujillo, 29 de Mayo de 2021
Hora: 08:00

LUGAR Y FECHAS DE EJECUCIÓN : Trujillo, 29 de Mayo de 2021

MÉTODO DE ENSAYO

Parámetro	Norma-Método	Límite de detección
Ph	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500, A y B. 22nd Ed. 2012	- Units pH
Temperatura	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550, A y B. 23rd Ed. 2017	- °C
Solidos Suspendidos Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 A, D, 22nd Ed. 2012	2.12 mg/L
Aceites y Grasas	EPA METHOD 1664 Rev. A 1999	1.59 mg/L
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 A,B, 22nd Ed. 2012	2.0 mg/L
Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220, A y D. 23rd Ed. 2017	9.15 mg/L
Coliformes Fecales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-2, 23rd Ed. 2017	1.8 NMP/100mL

Sello	Fecha Emisión	Jefe Administrativo	Jefe del Laboratorio de Química	Jefe de Gestion de Calidad
	16/06/2021	 Alexandra Aurazo	 Anthony Vivar Paredes	 Karen Ahumada Leon

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS SOLICITADOS PARA LOS ITEM DE ENSAYO RECIBIDOS.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN EL PERMISO DE NKAP SRL.

> Todos los resultados de los ensayos son considerados confidenciales.

> Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del ensayo analizado por un tiempo máximo de 5 días después de emitido el informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo requerimiento expreso del cliente

> Informes de ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



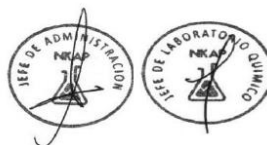
INFORME DE ENSAYO

T-368-E221-TORRES

Pág. 02 de 03

Código de Laboratorio			T-368-01
Código de Cliente			Humeral con Jacinto de Agua 49,50,51,52
Ítem de Ensayo			Agua Residual
Fecha de Muestreo			28/05/2021
Hora de Muestreo			15:19
Parámetro	Símbolo	Unidad	
pH		Units pH	8.57
Temperatura	T	°C	21.7
Sólidos Suspendidos Totales	TSS	mg/L	27.50
Aceites y Grasas	HEM	mg/L	3.60
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO	mg/L	265.0
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/L	587.5

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





INFORME DE ENSAYO

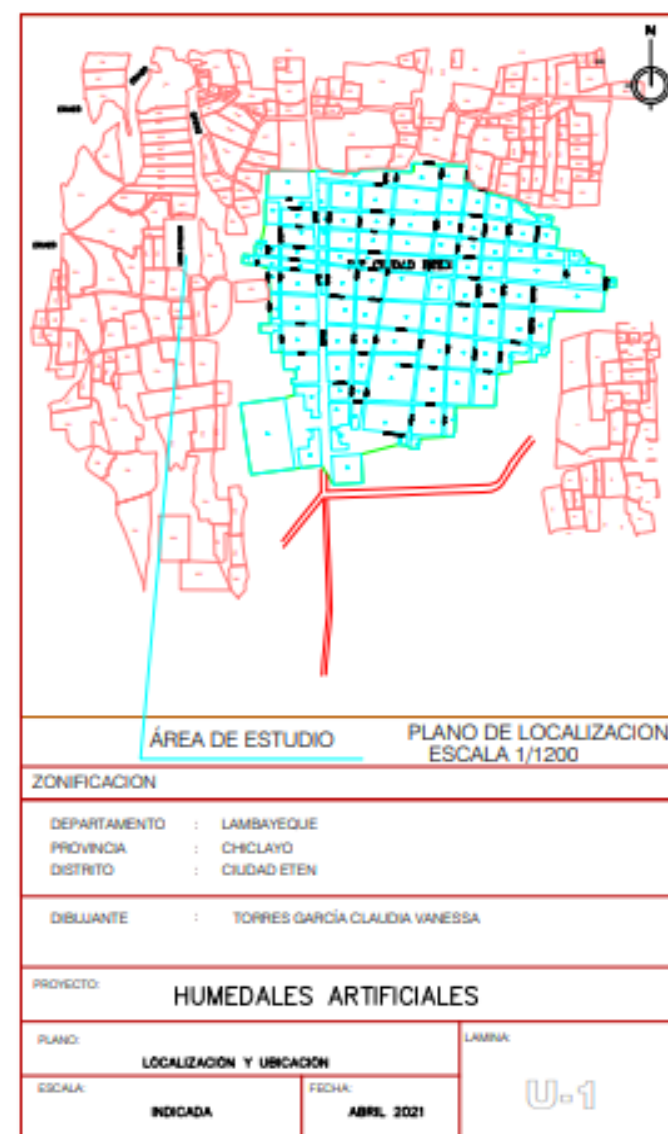
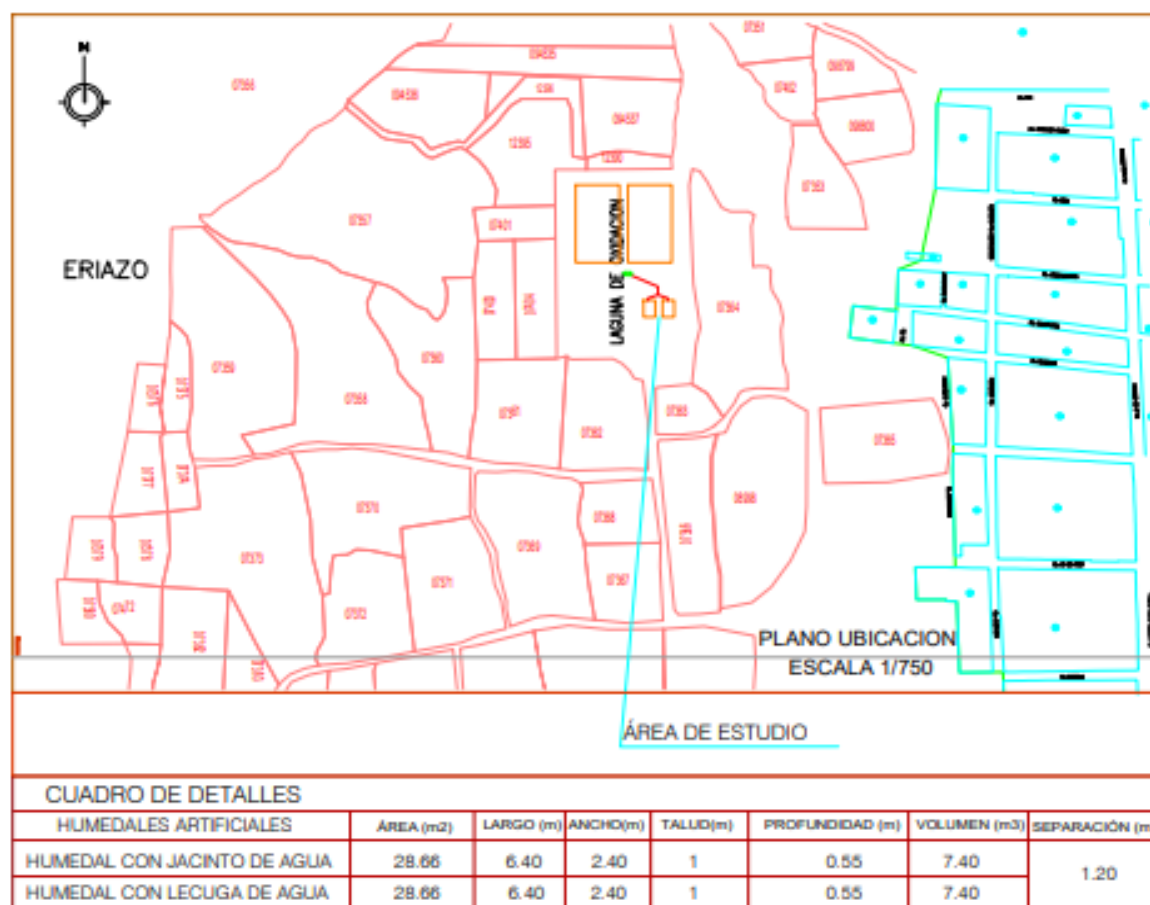
T-368-E221-TORRES

Pág. 03 de 03

Código de Laboratorio		T-368-01
Código de Cliente		Humeral con Jacinto de Agua 49,50,51,52
Item de Ensayo		Agua Residual
Fecha de Muestreo		28/05/2021
Hora de Muestreo		15:19
Parámetro	Símbolo	Unidad
Coliformes Fecales	NMP/100mL	<1.8

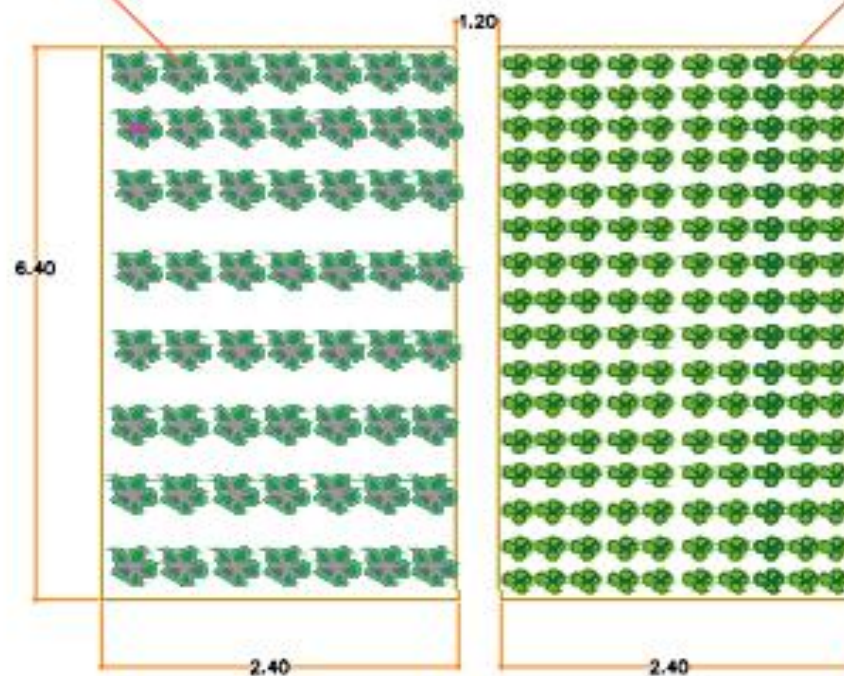


ANEXO X: PLANOS



Humedal con
jacinto de agua

Humedal con
lechuga de agua



VISTA EN PLANTA
ESCALA 1:25

01
LÁMINA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

HUMEDALES ARTIFICIALES

TESIS FINAL

ENCARGADO:

EST. TORRES GARCÍA CLAUDIA VANESSA

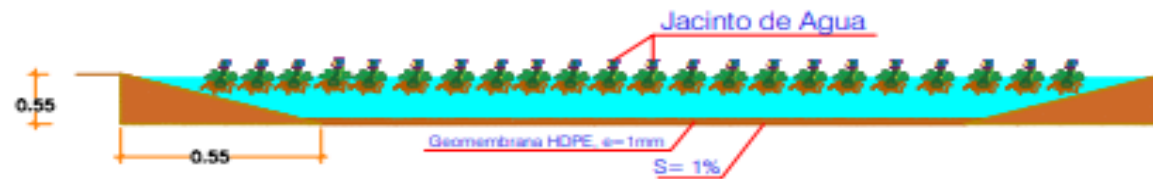
ESCALA: Indicada

DIBUJANTE:

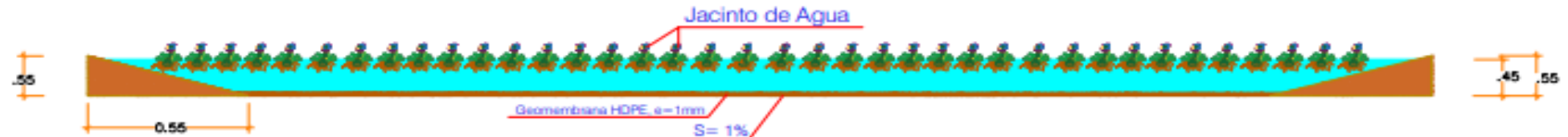
EST. TORRES GARCÍA CLAUDIA VANESSA

FECHA: 19/04/2020

HUMEDAL CON JACINTO DE AGUA



VISTA TRANSVERSAL

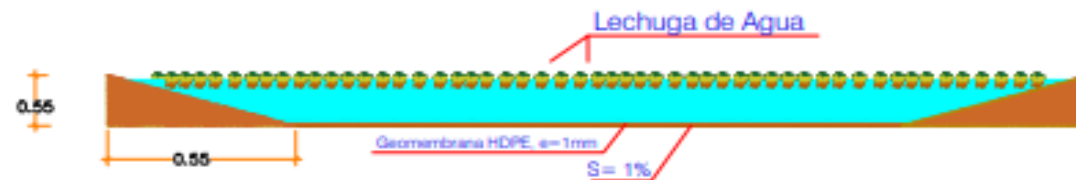


VISTA LONGITUDINAL

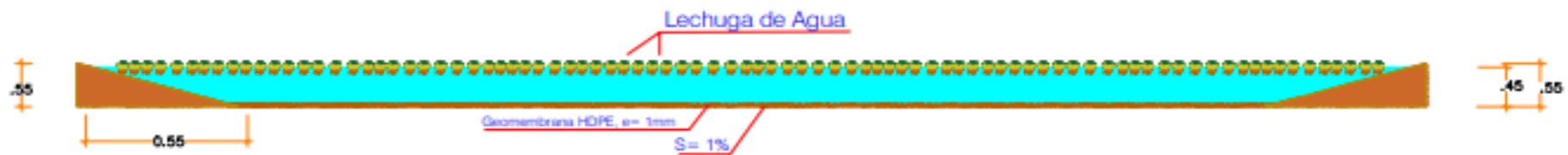
ESCALA 1:25

02 LÁMINA	UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO	
	HUMEDALES ARTIFICIALES	
	TESIS FINAL	
ENCARGADO:	EST. TORRES GARCÍA CLAUDIA VANESSA	ESCALA: Indicada
DIBUJANTE:	EST. TORRES GARCÍA CLAUDIA VANESSA	FECHA: 19/04/2021

HUMEDAL CON LECHUGA DE AGUA



VISTA TRANSVERSAL



VISTA LONGITUDINAL

ESCALA 1:25

03

LÁMINA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

HUMEDALES ARTIFICIALES

TESIS FINAL

ENCARGADO:

EST. TORRES GARCÍA CLAUDIA VANESSA

ESCALA: Indicada

DEJUNTE:

EST. TORRES GARCÍA CLAUDIA VANESSA

FECHA: 19/04/2021