



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

“PROPUESTA DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA UTILIZACION EN RIEGO DE AREAS VERDES EN EL DISTRITO DE VICTOR LARCO HERRERA, 2022”

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERA CIVIL

Autores:

Flor Violeta Cabanillas Becerra
Gianina Lindsay Vasquez Infantes

Asesor:

Mg. Lic. Germán Sagástegui Vásquez
<https://orcid.org/0000-0003-3182-3352>

Trujillo - Perú

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	Sonia Georgina Rubio Herrera	42984416
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	Luis Alberto Acosta Sanchez	17921248
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	Eduar Jose Rodriguez Beltran	18213588
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

DEDICATORIA

A nuestra madre que siempre estuvo apoyandonos en cada momento, las cuales nos inculcaron valores, sentimientos y hábitos que fueron de gran ayuda para que logremos nuestra meta trazada.

Cabanillas Becerra F.; Vasquez Infantes G.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar le damos gracias a Dios por habernos permitido culminar con éxito y tener una buena experiencia dentro de la universidad, agrader tambien a la universidad por desarrollarnos en unas profesionales de lo tanto nos apasiona; gracias a cado uno de los docentes que siempre estuvieron ahí y por cado una de sus enseñanzas que fueron unos excelentes aportes para el camino del aprendizaje. Tambien darles las gracias a nuestras familias que siempre estuvieron ahí motivandonos a seguir hacia adelante. Les agradecemos a cada uno de los en mencion por haber sido participe de este gran triunfo.

Cabanillas Becerra F.; Vasquez Infantes G.

TABLA DE CONTENIDO

JURADO EVALUADOR.....	2
DEDICATORIA -----	3
AGRADECIMIENTO -----	4
TABLA DE CONTENIDO -----	5
ÍNDICE DE TABLAS -----	6
ÍNDICE DE FIGURAS -----	7
ÍNDICE DE ECUACIONES -----	8
RESUMEN -----	9
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN -----	10
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA -----	22
CAPÍTULO III: RESULTADOS -----	30
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES -----	42
REFERENCIAS -----	47
ANEXOS-----	49

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Lodos producidos por procesos de tratamiento	18
Tabla 2 Técnicas e instrumentos de recolección	24
Tabla 3 Procesos de tratamiento de aguas residuales	28
Tabla 4 Clasificaciones granulométricas	30
Tabla 5. Resultados de corte directo	31
Tabla 6 Coordenadas topográficas del proyecto.....	32
Tabla 7 Asignación del nivel de complejidad	34
Tabla 8 Cálculo de caudales	34
Tabla 9 Área superficial del sedimentador (As)	39
Tabla 10 Cálculo de vol. de sedimentador.....	39
Tabla 11 Área de Lecho de secado	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Métodos de tratamiento y disposición de lodos.....	19
Figura 2. Lecho de secado de lodos.....	20
Figura 3. Macro Localización del proyecto	23
Figura 4. Aportes Per Cápita para Aguas Res. Domésticas	26
Figura 5. Asignación de nivel de complejidad.....	27
Figura 6. Contenido de humedad	31
Figura 7. Ensayo de corte directo.....	32
Figura 8. Topografía de la zona	33
Figura 9. Detalle de rejillas mecánicas	35
Figura 10. Detalle de desarenador.....	36
Figura 11. Canal Parshall.....	36
Figura 12. Detalles y dimensiones del estanque de aireación.....	38
Figura 13. Detalle de sedimentador primario.....	40
Figura 14. Detalle general de PTAR.....	41
Figura 15. PTAR Covicorti	49
Figura 16. Centro de control de la PTAR Covicorti	49
Figura 17. Laguna de aireación de la PTAR Covicorti	50
Figura 18. Entrevista - Sub Gerencia de Servicios Públicos	50
Figura 19. Solicitud de libre disponibilidad de terreno	51
Figura 20. Capacidad portante del suelo	52
Figura 21. Resumen de las condiciones de cimentación.....	56
Figura 22. Análisis granulométrico por tamizado	58
Figura 23. Límites de consistencia	59
Figura 24. Ensayos de contenido de humedad natural	60
Figura 25. Ensayo de corte directo.....	61
Figura 26. Encuesta a Sub Gerencia de Servicios Públicos - Víctor Larco	63
Figura 27. Plano topográfico de la zona.....	64
Figura 28. Flujograma laguna covicorti	65
Figura 29. Distribución de la planta de tratamiento de aguas residuales Covicorti	66

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Población futura - Método geométrico.....	26
Ecuación 2. Tasa de crecimiento - Método geométrico.....	27
Ecuación 3. Cálculo del consumo doméstico.....	27
Ecuación 4. Cálculo de volumen estanque	37
Ecuación 5. Tiempo de retención hidráulico (TRH)	37
Ecuación 6. Producción de lodos (Px)	38
Ecuación 7. Concentración de sólidos (Xr)	38
Ecuación 8. Área superficial del sedimentador (As).....	39

RESUMEN

La presente tesis de investigación propone el diseño de una Planta de Tratamiento de Agua Residuales, para lograr un proceso adecuado de almacenamiento y reutilización de las aguas residuales para fines de riego en las áreas verdes del distrito de Víctor Larco y minimizar las descargas contaminantes hacia el mar.

Asimismo, se pretende brindar información relevante sobre los pasos y la metodología que se utilizará para el diseño, considerando que es un diseño no experimental descriptivo y el procedimiento de diseño se apoya en la norma OS.090.

Por otro lado, se realizó los estudios básicos de ingeniería para el proyecto, los cuales fueron el estudio de mecánica de suelos, donde se obtuvo un suelo tipo SP con 6.6% de contenido de humedad y 0.89 kg/cm² de capacidad portante del suelo; también se realizó el estudio topográfico y el análisis químico de agua residual donde se obtuvo una cantidad de DBO 13.69 mg/l. Estos estudios fueron determinantes durante el diseño de la planta de tratamiento de Aguas Residuales – PTAR. Finalmente, se plasmó la propuesta de diseño en planos adjuntos en la investigación y que fueron desarrollados a detalle de cada elementos que conforma la PTAR.

PALABRAS CLAVES: PTAR, recurso hídrico, sedimentador, laguna de oxidación.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

En los últimos años, el almacenamiento, uso y distribución del agua a nivel mundial influye de manera directa respecto a la calidad de vida de la población. Asimismo, el aumento de la demanda y utilización de este recurso, además, la evacuación de aguas residuales al medio ambiente está generando elevada contaminación ambiental. Por tal motivo, se sabe que el 80% de aguas residuales son almacenadas sin previo tratamiento y análisis bacterial y que además el 40% de la población a nivel mundial carece de instalaciones básicas de saneamiento. Se conoce que el porcentaje de aguas residuales municipales e industriales que recibe tratamiento, varía de acuerdo a los ingresos de cada país, siendo del 70%, 38%, 28% y 8% en países de ingresos altos, medioalto, medio-bajo y bajos, respectivamente. (UNESCO, 2008).

Por otro lado, la falta de agua potable y la distribución desigual de este recurso está siendo desmedido y erróneo, ante esta situación se empezó a tomar mayor importancia a las aguas residuales y sus posibles aplicaciones (Lario, Gonzáles & Morales, 2015). Por ello, los países de Europa, Asia y Estados Unidos han tomado conciencia que el agua es un recurso limitado y debido al alto valor del agua residual es indispensable reincorporarlos al ciclo productivo del agua (Crespi & Plevich, 2005). Por lo mencionado anteriormente, se empezó a proponer las PTAR que trataban el agua residual, las cuales mejoran la calidad del agua, dado que reducen y hasta eliminan las concentraciones de los contaminantes.

En el contexto nacional, en Perú entre febrero 2017 y enero 2018, el 11.2% de la población que habitaba en áreas urbanas y el 83.4% de la población que habitaba en áreas rurales, no contaba con un sistema de red pública de alcantarillado. La eliminación de excretas por parte de la población urbana se realiza mediante pozo séptico (1,2%), pozo

ciego (4.9%), letrina (0.3%), rio acequia o canal (1.3%) y el (3.6%) no tiene ningún tipo de servicio higiénico, mientras que la población rural elimina sus excretas mediante pozo séptico (23,5%), pozo ciego (26,1%), letrina (0.3%), rio acequia o canal (7,3%) y el (25,4%) no tiene ningún tipo de servicio higiénico (INEI, 2018).

Asimismo, con referencia del año 2009 al 2015, la cantidad de aguas residuales tratadas en el Perú aumento del 14% al 32.3% (SUNASS, 2015). Sin embargo, sigue siendo insuficiente y las tecnologías que se usan no son propicias para mejorar la reutilización de este tipo de aguas (SUNASS, 2008). Dicha tecnología data del siglo XX y tiene como principal desventaja la emisión de malos olores. Asimismo, solo 6 de estas cuentan con autorización de vertimiento y/o reúso (SUNASS, 2015). Esta cifra es preocupante, puesto que representa apenas el 3% de las plantas existentes en el Perú.

En el contexto local, en la ciudad de Trujillo, la situación es más alentadora, pues se cuenta con 13 plantas de tratamiento de agua residual (PTAR) que brindan tratamiento a las aguas residuales domésticas e industriales, de las cuales 10 están a cargo de Sedalib y los restantes a cargo de municipios, entidades públicas y privadas (Moscoso Julio & Miglio Rosa, 2017). Las plantas a cargo de Sedalib trataban el 17% del caudal emitido por los desagües en Trujillo al año 2011 (Moscoso, 2011).

En la actualidad se trata el 100% de las aguas residuales en Trujillo llegando a brindar tratamiento a 451.1Hm³. Anualmente las plantas que destacan son Trujillo y Víctor Larco, por su capacidad de tratamiento, ya que tratan 290.9 Hm³ de agua residual al año (SEDALIB, 2015). No obstante, el tratamiento que se brinda es inferior al establecido por la Norma OS.090, el cual exige un tratamiento mínimo primario en donde se elimine entre 30 - 45% de sólidos en suspensión y 20 - 30% de la materia orgánica.

Sin embargo, a pesar de este gran beneficio, solo 4 PTAR en Trujillo a cargo de Sedalib usan el agua residual tratada para el riego de áreas verdes. La escasez de agua y el bajo porcentaje de reúso de las PTAR en el riego de áreas verdes han generado bajas extensiones de dichas áreas en Trujillo, ya que el agua termina siendo el factor más determinante para la cobertura de áreas verdes.

Por lo mencionado anteriormente, la importancia de la presente tesis es proponer un diseño de una Planta de Tratamientos de Aguas Residuales (PTAR) económica, eficiente y confiable con tecnologías no convencionales existentes, que permita dar solución a los problemas de contaminación ambiental y posible propagación de enfermedades en el distrito de Victor Larco en la ciudad de Trujillo.

1.1.1. Antecedentes de la investigación

A nivel internacional

Según Galeno & Rojas (2016) en su investigación denominada *Propuesta De Diseño De Una Planta De Tratamiento De Agua Residual Por Zanjón De Oxidación Para El Casco Urbano Del Municipio De Vélez –Santander*, tuvieron como principal objetivo realizar una propuesta de diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales. Para la presente investigación se utilizó la metodología del reglamento de la comisión reguladora de saneamiento y agua potable RAS 2000, donde se aplicaron los dos tipos de tratamientos que son tratamiento primario, tratamiento secundario y finalmente aplicación de lecho de lodos. Como resultados del estudio mostraron que el tiempo de retención de las partículas es de 47,1 minutos y cuenta con una carga hidráulica de 45,85 (m³/m². día). Se puede concluir que el diseño PTAR para el municipio de Vélez Santander se enfoca en el cálculo hidráulico y de comportamiento biológico por lo tanto no se enfoca en un diseño estructural ya que esta no está determinada por elementos unitarios de grandes dimensiones.

Asimismo, el autor Cáceres et al. (2017) en su investigación denominada *Diseño De Una Planta De Tratamiento De Aguas Residuales Para Su Reutilización En Riego En Áreas Verdes*, tuvieron como objetivo principal reconducir los índices de calidad del agua, a condiciones seguras dentro del campus “Edison Riera” de la Universidad Nacional de Chimborazo para su reutilización en el riego de áreas verdes, a través de procesos unitarios en base al resultado de porcentajes de reducción de materia orgánica contaminante y aplicando procesos de tratamiento por lodos activados. Durante esta investigación se mostraron los siguientes resultados: Eficiencia y reducción de la demanda biológica y química de oxígeno en un 93.75% y 85.02%, disminución de coliformes, color y turbiedad en un 87.51%, 93.84% y 90.29% simultáneamente, los mismos que han permitido diseñar una planta de tratamiento de aguas residuales para riegos en áreas verdes a escala real. Finalmente, se determinó que el tratamiento de aguas residuales por medio de lodos activados es el tratamiento más eficiente en comparación con los ensayos realizados con clarificación físico-química. El cual se ha convertido en un sistema de alto rendimiento que permite que los parámetros sean aptos para la reutilización de las aguas tratadas en el riego de áreas verdes.

A nivel nacional

Por otro lado, Contreras (2018) en su tesis de investigación denominada *Propuesta De Una Ptar Para Reducir El Impacto Ambiental Del Sistema De Alcantarillado En El C.P “Andy Y Su Pueblo” Carabayllo – Lima*, menciona que su objetivo principal determinar como la propuesta de un PTAR reduce el Impacto Ambiental del Sistema de Alcantarillado del centro poblado “Andy y su pueblo” Carabayllo-Lima. Como resultado, donde se obtuvo una remoción total de los parámetros de DBO (14.63 mg/l), SST (17.47 mg/l) y CF (8.10 E+02 NMP/100 ml),

de los cuales solo el CF no cumple con los LMP, razón por la cual, se realizará una desinfección por cloración con el fin de reducir el grado de contaminación y por ende, el efluente estará en óptimas condiciones para su reúso. Finalmente, se logró diseñar una planta de tratamiento para aguas residuales con humedales artificiales subsuperficiales, tratamientos preliminares con cámara de rejillas y desarenador, tratamiento primario con tanque Imhoff y un lecho de secado que permitirá durante su periodo de funcionamiento de 20 años, generar abono 4565.83 m³ que debe mezclarse con cal y pasto seco o corteza seca de arbusto, para ser utilizados como abono orgánico para cultivos, jardines.

Por tal motivo, Lapa (2014) en su tesis de pregrado titulada *Propuesta de diseño de humedal artificial para el tratamiento de aguas residuales con fines de riego en la ciudad universitaria – UNSCH – 2014*, menciona que su objetivo principal fue proponer un sistema de humedal artificial para el tratamiento de aguas residuales con fines de riego en la ciudad universitaria (UNSCH) y así reforzar el compromiso que ésta institución tiene hacia el medio ambiente y la sociedad. El diseño cuenta con un tratamiento preliminar (cámara de rejillas y desarenador), tratamiento primario (Tanque Imhoff) y tratamiento secundario (humedal artificial), que satisfacen los Estándares Nacionales de Calidad (ECA), en su categoría III riego de vegetales y tallos. Finalmente, con el uso de humedales artificiales se obtuvo una remoción de Demanda Bioquímica Oxígeno (DBO) (mg/l) al 80%, Sólidos Suspendidos Totales (SST) (mg/l) al 84.35% y Coliformes Fecales (CF) (NMP/100ml) al 99.90%, dando un efluente final apto para el reúso de estas aguas en el riego de áreas verdes.

A nivel local

De acuerdo a nuestra realidad del proyecto, Atoche (2016) en su tesis de pregrado denominada *Planta De Tratamiento De Aguas Residuales Para Reuso En Riego De Parques Y Jardines En El Distrito De Victor Larco Herrera. Provincia Trujillo. La Libertad.* menciona como objetivo principal proponer la instalación de planta de tratamiento de aguas residuales para reúso en riego de parques y jardines en el Distrito de Víctor Larco Herrera, Trujillo, La Libertad. Para el diseño se propusieron dos sistemas de tratamiento de aguas residuales municipales para reúso en riego de parques y jardines en el Distrito Victor Larco Herrera, alternativa 1 : mediante lagunas facultativas y alternativa 2 : mediante planta de tratamiento de lodos activados. Concluye mencionando que el proyecto contribuirá a la gestión presupuestaria y hacer realidad el riego de parques y jardines con agua residual tratada, lo cual se evitara contaminación y disminuirá el costo por el uso de agua potable en riego de parques y jardines como se realiza actualmente.

1.1.2. Precisiones conceptuales

1.1.2.1. Características del agua residual

Los contaminantes en las aguas residuales son habitualmente la mezcla de compuestos orgánicos e inorgánicos.

a. Características físicas

- Sólidos totales.- es toda la materia que queda como residuo de evaporación a un promedio de 103-105 grados centígrados.
- Temperatura.- es un parámetro muy importante por su efecto en la vida acuática, en las reacciones químicas y velocidades de reacción y en la aplicación del agua a usos útiles.

- Color.- suele ser gris, a veces depende de la medida que los compuestos orgánicos son descompuestos por las bacterias, el oxígeno disuelto se reduce a cero y el color del agua residual suele cambiar a negro y con ello se dice que el agua residual es séptica.
- Olor.- los fuertes olores se deben a los gases producidos por la descomposición de la materia orgánica. Su olor es poco agradable.

b. Características Químicas

- Materia orgánica.- están formados generalmente por una combinación de carbono, hidrógeno y oxígeno, junto con el nitrógeno en algunos casos.
- Medida de contenido orgánico.- Los ensayos de laboratorio que se realizan son el de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO) y carbono orgánico total (COT). Así como también la demanda total de oxígeno (DTO).
- Demanda bioquímica de oxígeno (DBO).- es el parámetro orgánico más utilizado y aplicable a las aguas residuales y superficiales es DBO a los 5 días. Sirve para determinar la cantidad aproximada de oxígeno que se requiere para estabilizar biológicamente la materia orgánica presente.
- Demanda química de oxígeno (DQO).- este ensayo se emplea para medir el contenido de materia orgánica tanto de las aguas residuales como naturales. La DQO de un agua es por lo general mayor que la DBO ya que es mayor el número de compuestos que pueden oxidarse por vía química que biológicamente.
- Carbono orgánico total (COT).- este ensayo se realiza a pequeñas concentraciones de materia orgánica. Se realiza a cabo inyectando una cantidad conocida de muestra en un horno de alta temperatura. El carbono orgánico se oxida a anhídrido carbónico en presencia de un catalizador.

- Demanda total de Oxígeno (DTO).- las sustancias orgánicas y en menor escala las inorgánicas se transforman en productos finales estables dentro de una cámara de combustión catalizada con platino.

c. Características Biológicas

- Microorganismos.- los grupos principales que se encuentran tanto en aguas superficiales como en residuales se pueden clasificar en protistas, plantas y animales.
- Organismos, coliformes y patógenos.- cada persona evacua de 100,0c00 a 400,00 millones de coliformes por día, además de otras clases de bacterias.

1.1.2.2. Diseño de PTAR

Tratamiento preliminar

El tratamiento preliminar fundamental en un sistema de tratamiento de aguas residuales tiene las siguientes partes (Melgarejo, 2014):

- *Cribado:* El cribado es la operación utilizada para separar el material grueso del agua, mediante el paso de ella por una criba o rejilla, las rejillas son de limpieza manual o mecánica.
- *Desarenador:* Esta estructura tiene como objetivo eliminar mediante la sedimentación las arenas, gravas, barro, las partículas más o menos finas de origen inorgánico de manera que la arena retenida no arrastre materias contaminadas.

Tratamiento secundario

El tratamiento secundario se aplica cuando se desea eliminar las sustancias orgánicas biodegradables disueltas o en suspensión. El tratamiento secundario también es efectivo en la remoción de nitrógeno.

- *Zanjón de oxidación:* El zanjón de oxidación puede ser una alternativa económica en poblaciones medianas, de 1000 a 60000 habitantes, que dispongan de suministro eléctrico confiable y donde la disponibilidad de terreno es escasa y su costo alto.
- *Aireación prolongada:* En este proceso, el agua residual tras una etapa de pretratamiento (desbaste, desarenado y desengrasado) se introduce en una cuba de aireación o reactor biológico en el que se mantiene un cultivo bacteriano en suspensión - denominado licor mezcla- y formado por un gran número de microorganismos agrupados en flóculos o grumos (SPERLING, 2014).
- *Sedimentador secundario:* para remover la biomasa y solidos suspendidos de reactores bilógicos secundarios, como los procesos de lodos activados y los filtros percoladores.
- *Tratamiento de lodos:* Los lodos derivados de aguas residuales están compuestos en especial por la materia orgánica removida del agua residual, la cual fortuitamente se descompone y causa los mismos efectos indeseables del agua residual cruda (Romero, 2012).

Tabla 1

Lodos producidos por procesos de tratamiento

Sólidos o Lodo	Descripción
Sólidos gruesos del cibrado	Incluye material orgánico e inorgánico grueso retenido sobre la rejilla.
Arena y material del desarenador	Incluye arena y sólidos pesados de sedimentación rápida, pueden contener materia orgánica, especialmente grasas.
Espuma y grasa	Incluye el material flotable desnatado de la superficie de los tanques de sedimentación; pueden contener grasas y aceites, residuos de origen vegetal y mineral, en general materiales de densidad relativa menor a 1,0.
Lodo activado	De color flocculento. Si es oscuro puede ser séptico. Si el color es claro puede estar sub aireado y sedimentar lentamente. En buenas condiciones no tiene olor ofensivo y huele a tierra. Digerible solo o combinado con lodo primario.

Nota. En la tabla 1 se muestra los tipos de lodos y sus debidos procesos de tratamiento, obtenido de (Romero, 2012)

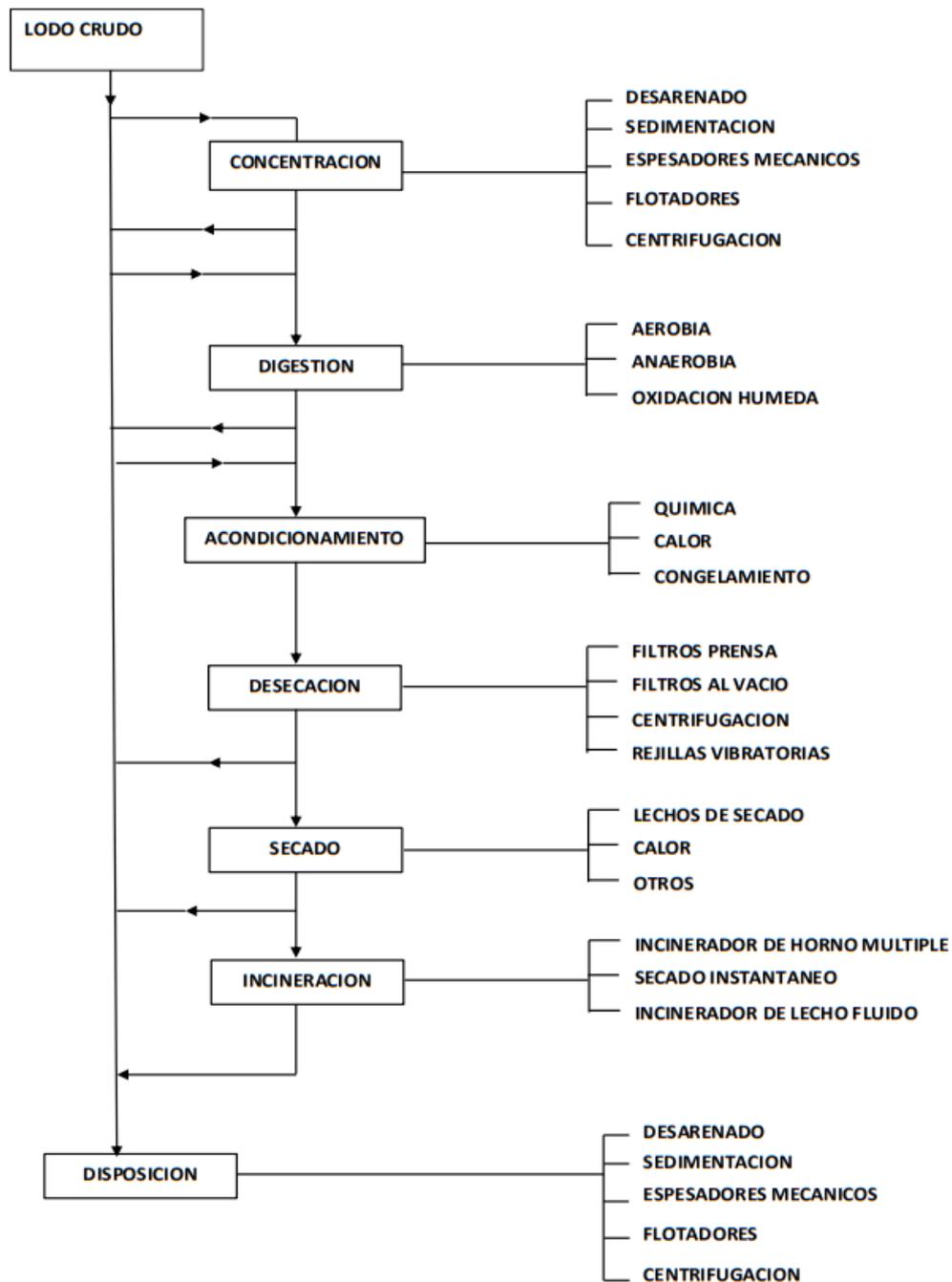


Figura 1. *Métodos de tratamiento y disposición de lodos*

Nota. El tratamiento y disposición eficiente de los lodos de una planta de tratamiento de aguas residuales requiere conocer las características de los sólidos y del lodo por procesar (Romero, 2012).

Secado de lodos

Mediante el secado de los lodos se consigue reducir el peso de los lodos, el secado se crea mediante la evaporación del agua que existe en los lodos. En la selección del método de secado de un lodo hay que tener en cuenta la naturaleza del lodo, los procesos subsecuentes de tratamiento y el método de disposición final (Romero, 2012).

Lechos de secado de arenas.

Los lechos de secado de arenas constituyen uno de los métodos más antiguos para reducir el contenido de humedad de los lodos en forma natural. Su implementación representa una operación sencilla en la gestión de los lodos y bajos costos de operación en comparación con otros tipos de tratamiento para el secado de lodos (Romero, 2012).

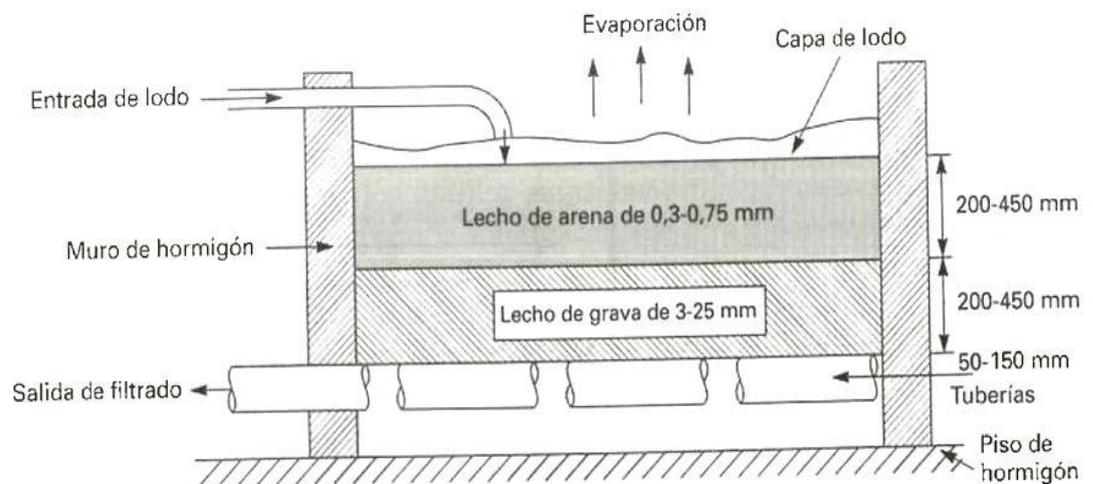


Figura 2. Lecho de secado de lodos

Nota. En la figura 2 se muestra el procedimiento de tratamiento con Lecho de secado de arenas, considerando una capa 200 a 450 mm de arena con partículas de 0.30 a 0.75 mm. Obtenida de (Romero, 2012).

Asimismo, los lechos de secado de lodos son muy semejantes a filtros intermitentes de arena y tienen la ventaja de requerir poca atención en su operación. El diseño de lechos de secado de lodos está afectado por diferentes factores: clima, características del lodo, valor del terreno y pretratamiento de los lodos (Alquinga,2018).

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es la propuesta de diseño de planta de tratamiento de aguas residuales para la utilización en riego de áreas verdes en el distrito de Víctor Larco, 2022?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Proponer el diseño de la planta de tratamiento de agua residuales para la utilización en riego de áreas verdes en el distrito de Víctor Larco, 2022.

1.3.2. Objetivos específicos

- Realizar el estudio de mecánica de suelos del lugar de estudio.
- Realizar un levantamiento topográfico del lugar de estudio.
- Realizar un estudio de fisicoquímicas y microbiológicas del agua residual.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

2.1. Tipo de Investigación

2.1.1. Según el propósito

Según el propósito de la investigación, reúne las condiciones necesarias para ser denominada como investigación aplicada debido a que podría solucionar problemas prácticos (Hernández, Fernández, & Baptista, 2010).

2.1.2. Según el Diseño de Investigación

La presente investigación es no experimental descriptiva simple porque trabaja sobre realidades y su característica fundamental, la importancia que tiene el riego de las áreas verdes, el uso adecuado de las aguas residuales y la minimización de la contaminación en el marco de la calidad del aire y espacios verdes limpios y accesibles a la sociedad.

2.1.3. Según el enfoque

El enfoque es cuantitativo, respecto al manejo de datos en el diseño y evaluación de la PTAR en el distrito de Victor Larco.

2.2. Población y muestra

2.2.1. Población

Plantas de tratamiento de aguas residuales en la provincia de Trujillo.

2.2.2. Muestra

3. Plantas de tratamiento de aguas residuales en la provincia de Trujillo.

El proyecto está ubicado en el distrito de Víctor Larco, departamento de La Libertad en el Norte del Perú. Se ubica sobre una planicie a orillas del océano Pacífico y se encuentra dentro de la conurbación de la ciudad de Trujillo como uno de los nueve distritos que conforman el área conocida como Trujillo Metropolitano.



Figura 3. Macro Localización del proyecto

Nota. En la figura 3 se observa la macro localización de la zona de estudio del proyecto a nivel departamental, provincial y distrital.

3.1. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

Se utilizará una guía de pautas para las entrevistas al gerente del SEGAT (Servicio de Gestión Ambiental de Trujillo), jefes, trabajadores y público en general. Se empleará registros para la interpretación y análisis de la información obtenida de los informes y reportes.

En esta investigación se realizará con la técnica de observación con el fin de evaluar la localización del PTAR; validar fuentes locales como accesos, condiciones, rutas, impactos ambientales. Los instrumentos que se usarán para poder recoger y registrar los datos de la investigación, serán mediante guías de observación.

Tabla 2

Técnicas e instrumentos de recolección

Técnicas	Instrumentos	Fuentes
Observación	Guía de observación	Puesto de trabajo
Encuestas	Cuestionario	Trabajadores de cada área

Nota. En la tabla 2 se muestra las técnicas e instrumentos de recolección de datos que se utilizaron, con sus respectivas fuentes de aplicación, elaboración propia.

Para el aspecto de *análisis de datos*, se realizó de acuerdo con las normativas vigentes del *Reglamento Nacional De Edificaciones, específicamente la norma OS.090*. La naturaleza del método de análisis de datos está ubicada en el método descriptivo y correlacional, ya que se analizará la relación significativa entre el el diseño de la PTAR y su influencia en el riego de áreas verdes. Es por ello, que se clasificará, sistematizará, caracterizará cada uno de los elementos que conforman la estructura del objetivo de investigación.

Los instrumentos utilizados fueron equipos topográficos, equipos del laboratorio de suelos y los programas computacionales como AutoCad, Excel y Word.

3.2. Procedimiento

La investigación inicia con la etapa preliminar de acuerdo al procedimiento siguiente, según la norma OS.090 del Reglamento Nacional de edificaciones:

- Caracterización de aguas residuales domésticas e industriales
- información básica (geológica, geotécnica, hidrológica y topográfica)
- determinación de los caudales actuales y futuros
- aportes per cápita actuales y futuros
- Selección de los procesos de tratamiento
- Predimensionamiento de alternativas de tratamiento
- Evaluación de impacto ambiental y de vulnerabilidad ante desastres
- Factibilidad técnicoeconómica de las alternativas y selección de la más favorable.

Los requisitos fundamentales para proceder del diseño preliminar al diseño definitivo de una planta de tratamiento de aguas residuales, es haber realizado el estudio del cuerpo receptor. El estudio del cuerpo receptor deberá tener en cuenta las condiciones más desfavorables, siguiendo los ítems planteados a continuación (Norma OS.090, 2019):

3.2.1. Evaluación de la calidad del agua residual

El diseño y manejo de las plantas de tratamiento de aguas residuales requiere de una evaluación de la calidad de las aguas residuales tanto domésticas como industriales (Norma OS.090, 2019). Los principales parámetros a ser evaluados a este respecto son:

- ✓ Sólidos suspendidos Totales (SST).
- ✓ Demanda Química de Oxígeno (DQO).

- ✓ Demanda Bioquímica de Oxígeno en cinco días (DBO5).
- ✓ Contenido de nitrógeno y fósforo (N y P) en diferentes formas químicas.
- ✓ Contenido de gérmenes.
- ✓ Metales pesados.

APORTES PER CÁPITA PARA AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS	
PARÁMETROS	
- DBO 5 días, 20°C, g / (hab.d)	50
- Sólidos en suspensión, g / (hab.d)	90
- NH3 - N como N, g / (hab.d)	8
- N Kjeldahl total como N, g / (hab.d)	12
- Fósforo total, g/(hab.d)	3
- Coliformes fecales. N° de bacterias / (hab.d)	2×10^{11}
- Salmonella Sp., N° de bacterias / (hab.d)	1×10^8
- Nematodos intes., N° de huevos / (hab.d)	4×10^5

Figura 4. Aportes Per Cápita para Aguas Res. Domésticas

Nota. En la figura 4 se muestra los tipos de parámetros y sus cantidades a tener en cuenta en el diseño preliminar de la PTAR

3.2.2. Estimación de la población

Según la norma OS.090, debemos de tener en cuenta que para tener el estimado de la población se debe de realizar un cálculo el cual nos tiene que facilitar saber cuál es el crecimiento de un determinado número de habitantes de un lugar determinado para el año próximo dado.

Teniendo en cuenta los datos estadísticos, podemos ver una tasa de crecimiento considerando que esta se encuentra en el casco urbano obteniendo aumento de la población obteniendo nuevas viviendas de modo que la propuesta de diseño sea muy eficiente, estamos considerando un aumento de la población actual, obtenida a una tasa anual del 1.00 %, para esta investigación se utilizará el método geométrico:

Ecuación 1. Población futura - Método geométrico

$$PF = Puc (1 + r)^{(Tf - Tuc)}$$

Donde:

r: Tasa de crecimiento anual

Ecuación 2. Tasa de crecimiento - Método geométrico

$$r = \left[\left(\frac{Puc}{Pci} \right)^{\left(\frac{1}{Tuc - Tci} \right)} \right] - 1$$

3.2.3. Periodo de diseño

Este periodo se detalla con las condiciones básicas de la propuesta como la capacidad que se debe considerar en el diseño para poder atender la demanda que pueda observarse a un futuro. En este proyecto se está teniendo en cuenta el diseño para: 25 años

3.2.4. Dotación

Asignación del nivel de complejidad

Nivel de complejidad	Población en la zona urbana ⁽¹⁾ (habitantes)	Capacidad económica de los usuarios ⁽²⁾
Bajo	< 2500	Baja
Medio	2501 a 12500	Baja
Medio Alto	12501 a 60000	Media
Alto	> 60000	Alta

Figura 5. Asignación de nivel de complejidad

Nota. En la figura 5 se muestra la manera de asignación del nivel complejidad, según la cantidad de población en zonas urbanas, para nuestra investigación se consideró un nivel de complejidad medio alto.

3.2.5. Consumo doméstico

Ecuación 3. Cálculo del consumo doméstico

$$Qmd \text{ (doméstico)} = \frac{PF * d \text{ neta}}{86400}$$

Donde:

PF = población futura

D neta = dotación neta

3.2.6. Proceso de tratamiento de aguas residuales

Tabla 3

Procesos de tratamiento de aguas residuales

Proceso de tratamiento	Remoción (%)		Remoción (ciclos log10)	
	DBO	Sólidos en suspensión	Bacterias	Helmintos
Sedimentación primaria	25-30	40-70	0-1	0-1
Lodos activados (a)	70-95	70-95	0-2	0-1
Filtros percoladores (a)	50-90	70-90	0-2	0-1
Lagunas aeradas (b)	80-90	(c)	1-2	0-1
Zanjas de oxidación (d)	70-95	80-95	1-2	0-1
Lagunas de estabilización (e)	70-85	(c)	1-6	1-4

Nota. En la tabla 3 se muestra los tipos de procedimiento que se aplica para tratamiento de aguas residuales, para nuestra investigación se aplicará el proceso de lodos activados, obtenida de (Norma OS.090, 2019)

3.3. Variables

La variable de estudio de la investigación es la siguiente:

- ✓ Diseño de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)

3.4. Aspectos éticos

En la presente investigación se va a respetar íntegramente el Código de Ética de la Investigación de la Universidad Privada del Norte, implementado en la Escuela de Pregrado, referente a la propiedad intelectual y a la consignación de citas de autores y fuentes debidamente referenciadas, en concordancia con los estilos de redacción aprobados por las Unidades de Investigación. Por tal motivo, mencionamos que nuestra tesis cumple con las consideraciones éticas y que el proyecto es un trabajo de elaboración propia, original y motivada por la investigación referente al tema de tratamiento de aguas residuales.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

En este capítulo se describirá los resultados del diseño realizado de la PTAR, así como también se muestran los estudios preliminares y necesarios para el diseño, como es el caso del estudio de mecánica de suelos, levantamiento topográfico de la zona, estudio físico químico y microbiológico del agua residual y finalmente se plantea el diseño definitivo de la PTAR para utilización de riego de áreas verdes en el distrito de Víctor Larco.

3.1. Estudio de mecánica de suelos del proyecto

3.1.1. Analisis granulométrico

Tabla 4

Clasificaciones granulométricas

Descripción	Cantidad
Grava (%)	0.0
Arena (%)	96.9
Fino (%)	3.1
D30	0.30
D60	0.96
D10	0.13
Cu	7.24
Cc	0.71
Limites Consistencia	NP

Nota. En la tabla 4 se aprecia el resumen de las clasificaciones granulométricas realizadas del suelo del proyecto, lo cual no arroja una clasificación SUCS de naturaleza SP y por AASHTO de A-3, Elaboración propia.

3.1.2. Contenido de humedad

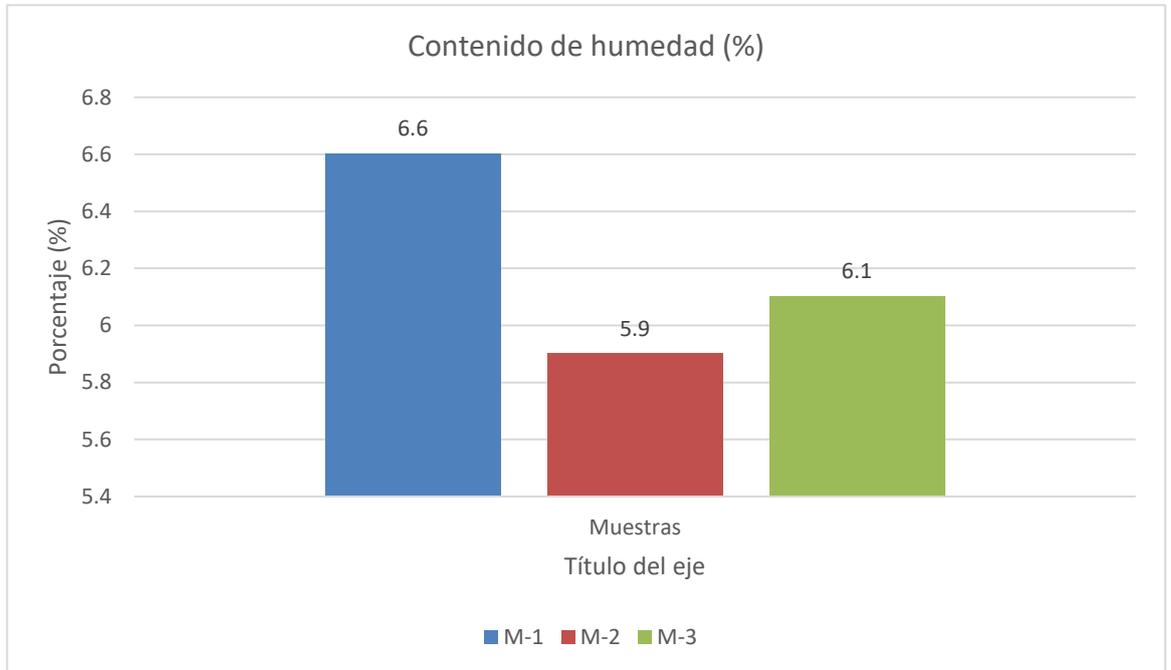


Figura 6. Contenido de humedad

Nota. En la figura 6 se muestra el contenido de humedad de 3 muestras tomadas del suelo de estudio, obteniendo un porcentaje de humedad máximo de 6.6% y mínimo de 5.9 %, elaboración propia.

3.1.3. Ensayo de corte directo

Tabla 5.

Resultados de corte directo

Esfuerzo normal (kg/cm ²)	Esfuerzo cortante (kg/cm ²)
1	1.05
2	1.39
3	2.15

Nota. En la tabla 5 se muestra los resultados del ensayo de corte directo, donde se obtiene un esfuerzo cortante mayor de 2.15 kg/cm², elaboración propia.

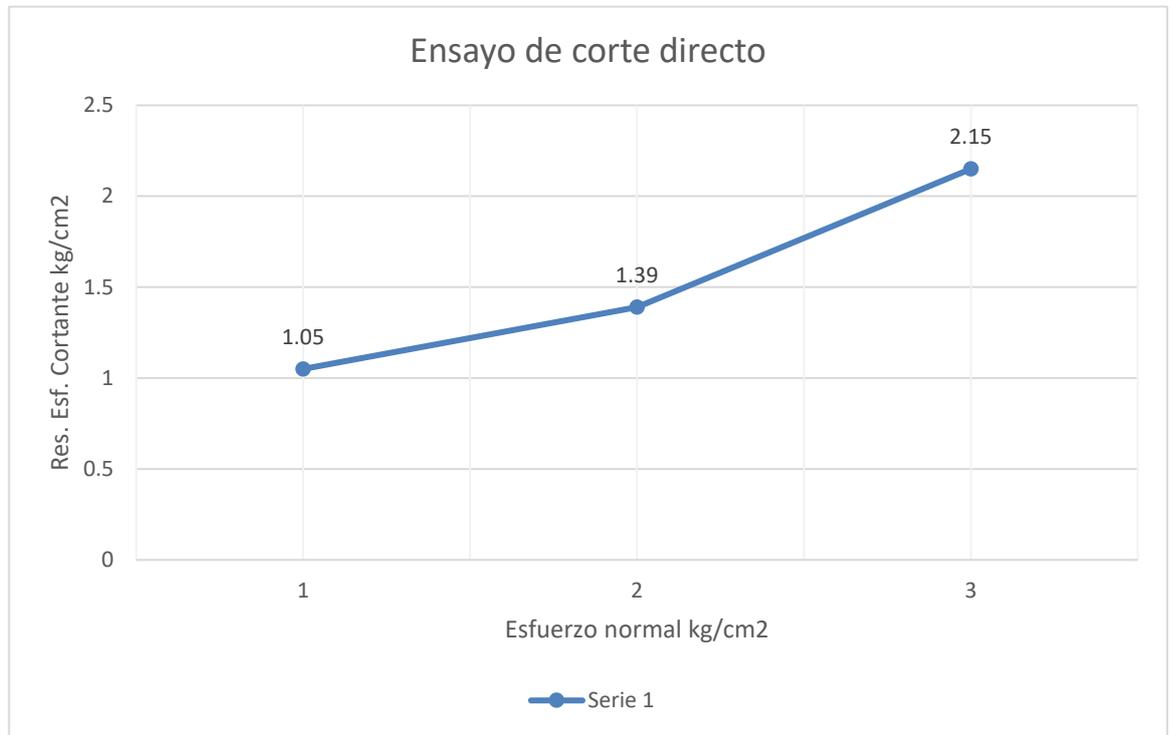


Figura 7. Ensayo de corte directo

Nota. En la figura 7 se logra apreciar la tendencia de la gráfica del ensayo de corte directo. Asimismo, los parámetros obtenidos respecto al coeficiente de cohesión es 0.02 kg/cm² y el ángulo de fricción interna es de 24°, elaboración propia.

3.2. Levantamiento topográfico de la zona del proyecto

La zona de estudio tiene una topografía variada. La cota mínima es igual a 9 m y la cota máxima 24 m. Estos datos son obtenidos de las curvas de nivel del plano topográfico.

Tabla 6

Coordenadas topográficas del proyecto

Cuadro de coordenadas		
Punto	Norte	Este
A	9 100 485.35	713 955.80
B	9 101 138.20	714 120.00
C	9 101 560.45	713 400.00

D

9 101 020.50

713 149.80

Nota. En la tabla 6 se aprecia las coordenadas topográficas del terreno de estudio.

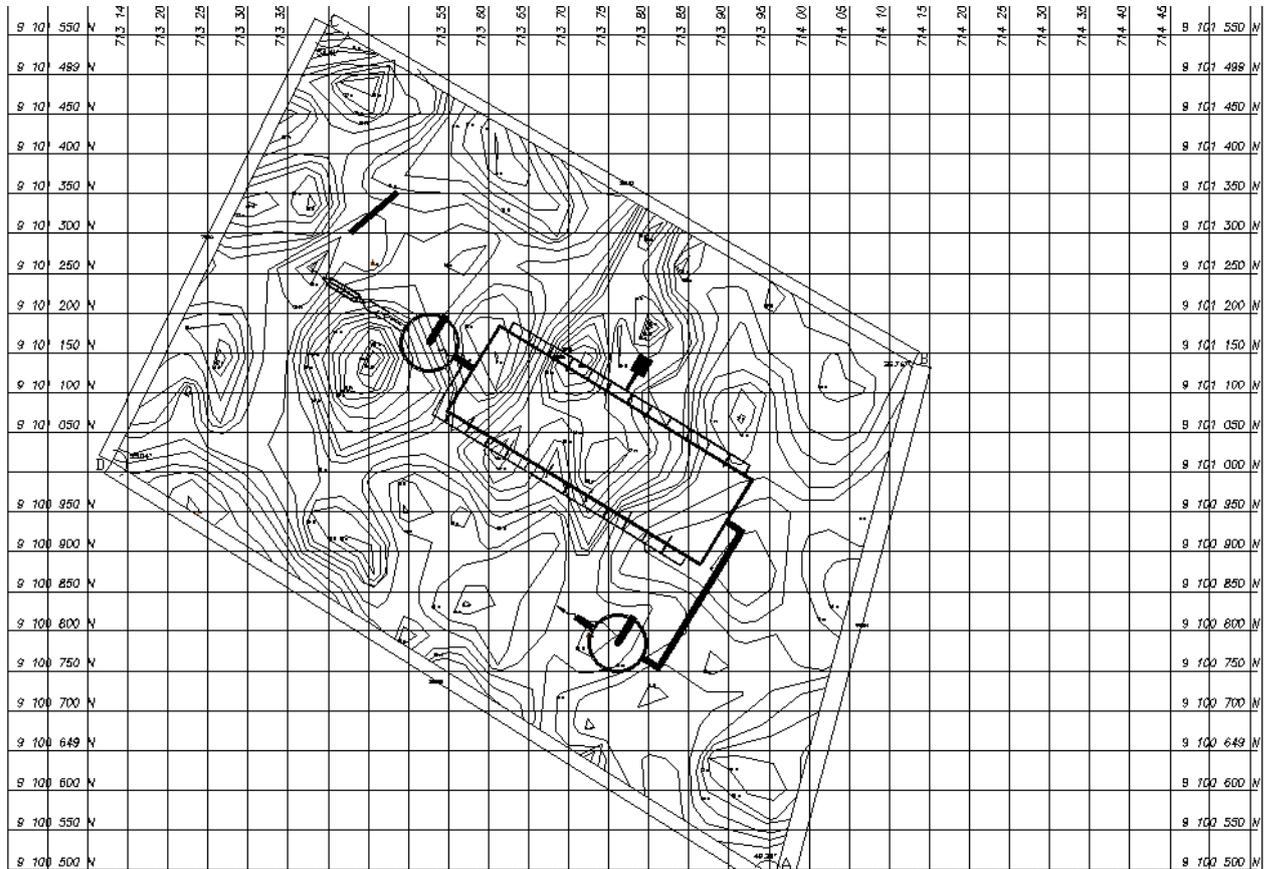


Figura 8. Topografía de la zona

Nota. En la figura 8 se muestra el relieve de la zona de estudio, se aprecia el terreno con un área de 14 880 m² y perímetro de 532 m, elaboración propia.

3.3. Diseño de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)

3.3.1. Población Futura

Estamos considerando un aumento de la población actual, obtenida a una tasa anual del 1.00 %.

$$PF = 100\ 420 \text{ hab.}$$

3.3.2. Población Futura

En este proyecto se está teniendo en cuenta el diseño para: 25 años

3.3.3. Dotación

Tabla 7

Asignación del nivel de complejidad

Nivel de complejidad	Población en zona urbana	Capacidad Economica de los usuarios
Bajo	< 2500	Baja
Medio	2501 a 12500	Baja
Medio Alto	12501 a 60000	Media
Alto	> 60000	Alta

Nota. En la tabla 7 se aprecia el nivel de complejidad del proyecto, según el número de habitantes, lo que significa que para 100420 habitantes corresponde un nivel alto, elaboración propia.

Se considera un nivel de complejidad alta, por tanto corresponde a una dotación de 140 L/hab.día.

3.3.4. Cálculo de caudales

Tabla 8

Cálculo de caudales

Tipos de gasto (L/s)	Ecuación empleada	Valor
Consumo doméstico (L/s)	$Q_{md} \text{ (doméstico)} = \frac{PF * d \text{ neta}}{86400}$	162.72
Caudal medio diario (L/s)	$Q_{md} = QD + QIN + QC + QI$	170.10
Caudal máx. horario (L/s)	$Q_{mh} = 1.5 * Q_{md}$	255.15

Nota. En la tabla 8 se muestra los tipos de gasto calculados, obteniendo un caudal de diseño de 255.15 L/s, elaboración propia.

3.3.5. Tratamiento preliminar

Se ha considerado rejas de limpieza manual, de 4.0 cm de espaciamiento entre barras, y dos canales desarenadores de operación alternada igualmente de limpieza manual.

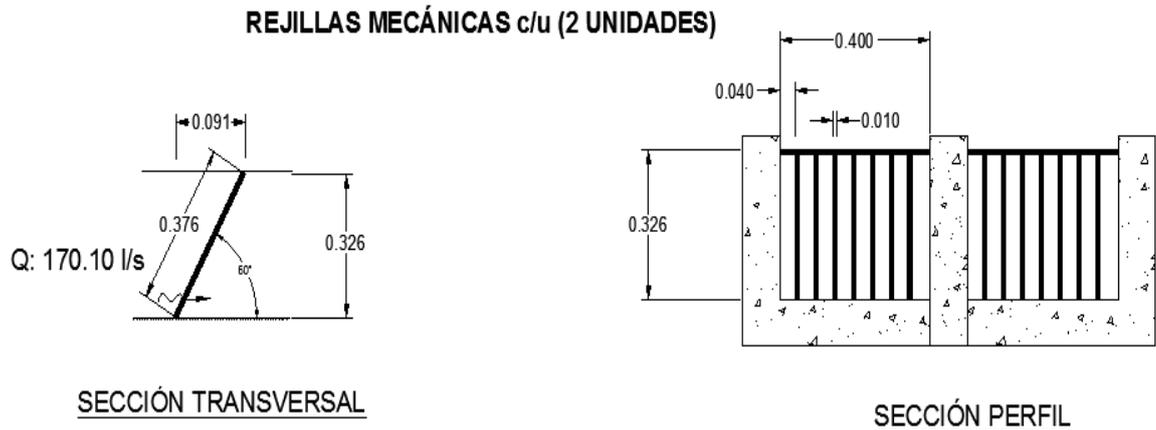


Figura 9. Detalle de rejillas mecánicas

Nota. En la figura 9 se aprecia el detalle las rejillas mecánicas de la entrada con una separación de 4 cm, elaboración propia.

Para las cámaras de rejas se ha considerado una velocidad de aproximación a las rejas cercana a 0.60 m/s y una velocidad de paso a través de las rejas superior a 1.5 m/s con un 50% de ensuciamiento. Se ha previsto las condiciones de transición entre el tramo final del sistema de alcantarillado con el canal de rejas, el desnivel para un el balance adecuado de energía y el bypass correspondiente para eventuales emergencias.

3.3.6. Estanque de aireación

- *Cantidad de DBO o DQO a la entrada del reactor:*

$$S_o = 273.8 \text{ mg DBO/l}$$

- *Eficiencia de remoción del DBO (95%):*

$$S_e = 273.8 * (1 - 0.95) = 13.69 \text{ mg DBO/l}$$

- *Determinar del volumen:*

Ecuación 4. Cálculo de volumen estanque

$$V = \frac{\theta_c Q_y (S_o - S_e)}{x(1 + kd \theta_c)}$$

$$V = 464.30 \text{ m}^3$$

- *Tiempo de retención hidráulico (TRH):*

Ecuación 5. Tiempo de retención hidráulico (TRH)

$$TRH = V / Q = 18 \text{ horas}$$

Norma técnica Peruana, TRH < 16 – 48 horas >

- *Determinación de las dimensiones del estanque de aireación:*

Para una altura del reactor H = 4 m (propuesto) y relación largo / ancho (L / a = 3)

$$A_{sup} = V / H = 116.075 \text{ m}^2$$

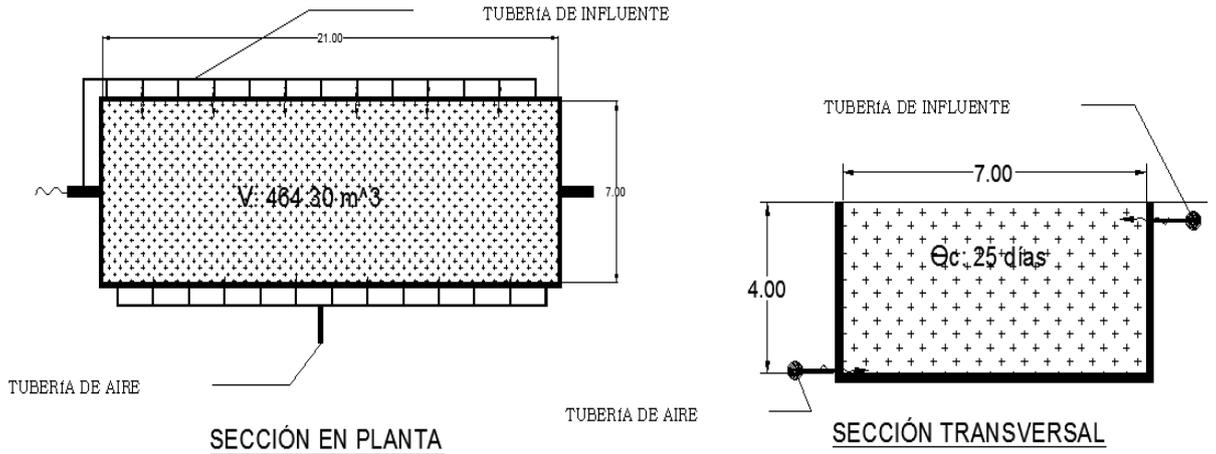


Figura 12. Detalles y dimensiones del estanque de aireación

Nota. En la figura 12 se aprecia el detalle en planta de las dimensiones de $L = 21$ m y $A = 7$ m, con un volumen de 464.30 m³ y detalle en sección con una altura de 4 m.

- *Factor de alimento / microorganismo (F/M):*

$$F / M = S_o / X_t \cdot V = 0.2 \text{ KgDBO}_5 / \text{KgssvLM.dia}$$

- *Cálculo de producción observada (Y_{Obs}):*

$$Y_{Obs} = Y / (1 + K_d \cdot \theta_c) = 0.35$$

- *Cálculo de Producción de lodos P_x*

Ecuación 6. Producción de lodos (P_x)

$$P_x = \frac{Y_{obs} \cdot Q(S_o - S_e)}{10^3}$$

$$P_x = 23.23 \text{ kg/día}$$

- *Cálculo de sólidos suspendidos volátiles (SSV) en la recirculación (X_r):*

$$Q_r / Q = 1, \text{ entonces } Q_r = Q$$

Ecuación 7. Concentración de sólidos (X_r)

$$X_r = X \cdot (Q_r + Q) / Q_r = 6,000 \text{ mg/l}$$

3.3.7. Sedimentador primario y secundario

Ecuación 8. Área superficial del sedimentador (As)

$$As = (1 + R) \cdot Q_{mh} \cdot X_r \cdot 3.6 / (C_s \cdot 1000)$$

Tabla 9

Área superficial del sedimentador (As)

Descripción	Cantidad
Relación de recirculación ($R = Q_r / Q_p$)	1
Caudal máximo horario (Q_{mh})	255.15 L/s
Carga de sólidos C_s	3.5 Kg / m ² .h
Concentración de sólidos en la recirculación (X_r)	6,000 SSV mg / l
Área superficial del sedimentador (As)	232.15 m²

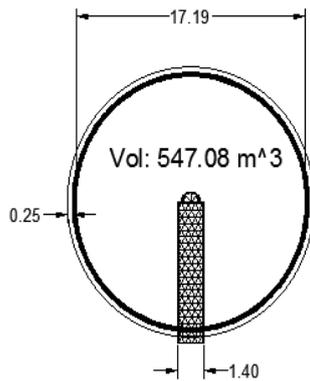
Nota. En la tabla 9 se aprecia los elementos necesarios para calcular el área superficial del sedimentador de la PTAR, se tuvo un área de 232.15 m², elaboración propia.

Tabla 10

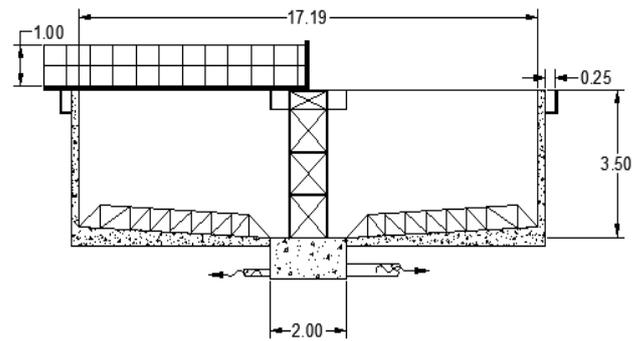
Cálculo de vol. de sedimentador

Descripción	Fórmulas	Cantidad
Radio del sedimentador (R_s)	$R_s = (A / \pi)^{0.5} =$	8.59 m
h_2	$h_2 = \text{Tang}5^\circ \cdot R_s =$	0.75 m
h_1	$R_s / (h_1 + h_2) = 3$	2.11 m
Volumen del sedimentador	$V = [\pi \cdot R_s^2 \cdot h_1 + (h_2 \cdot \pi \cdot R_s^2 / 3)]$	547.08 m ³

Nota. En la tabla 10 se muestra las características necesarias para calcular el volumen del sedimentador de la PTAR, obteniendo un volumen de 547.08 m³, elaboración propia.



SECCIÓN EN PLANTA



SECCIÓN EN PLANTA

Figura 13. Detalle de sedimentador primario

Nota. En la figura 13 se aprecia el detalle en planta de las dimensiones del sedimentador de $D = 17.19$ m y $H = 3.50$ m, con un volumen de 547.08 m³.

3.3.8. Lecho de secado

Tabla 11

Área de Lecho de secado

Descripción	Cantidad
Producidos de lodos (Px)	23.23 Kg SS / día
Tasa de aplicación (Ts)	100 Kg SS / m ² /año
Relación largo / ancho (L/a)	2
Área del lecho del secado ($AL = Px \cdot Ts$)	84.79 m ²

Nota. En la tabla 11 se muestra los parámetros para calcular el área de lecho, lo cual obtenemos un área de 84.79 m², asumir dimensiones de $L = 14$ m; $a = 7$ m, elaboración propia.

3.3.9. Esquema de PTAR

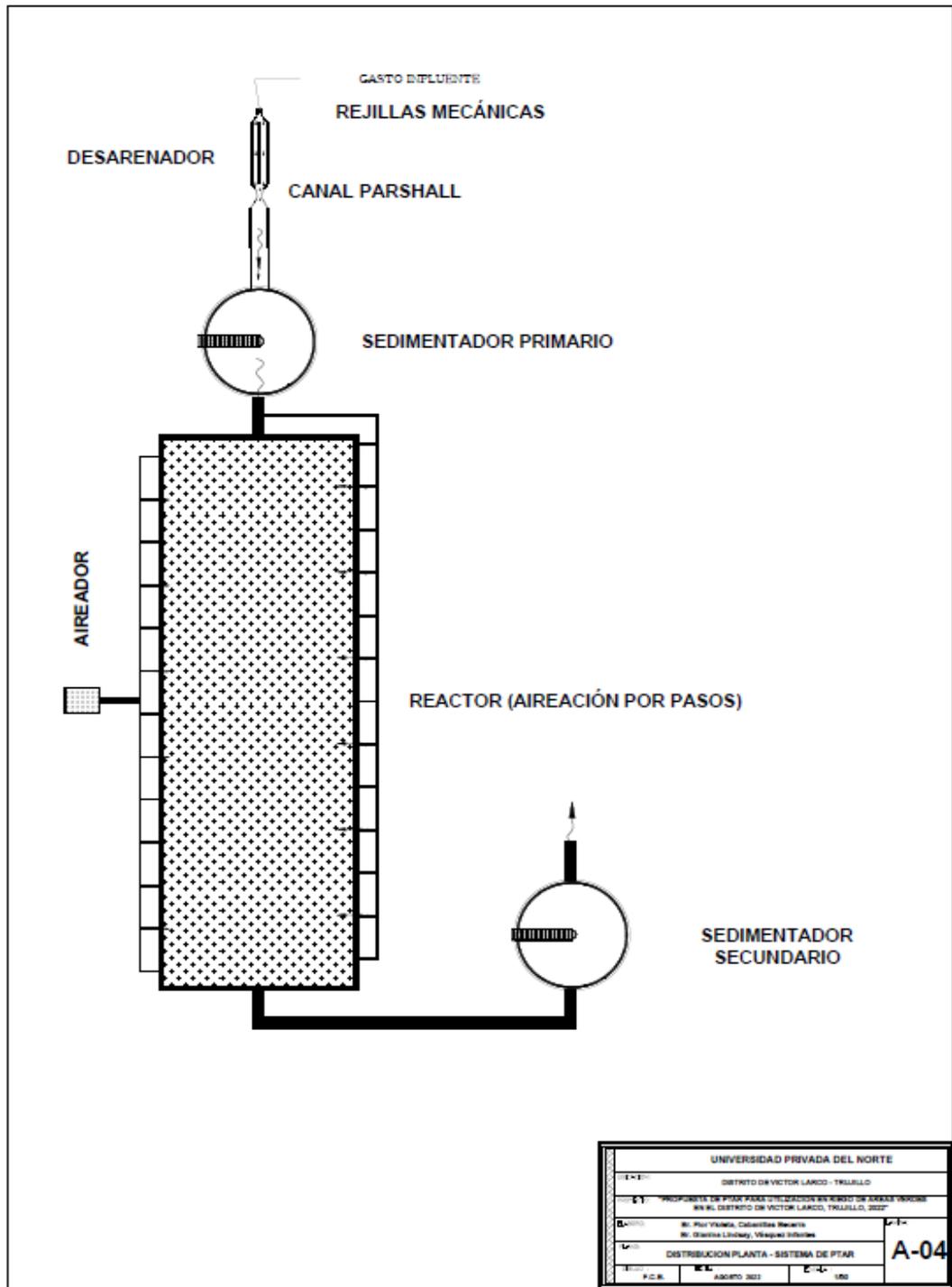


Figura 14. Detalle general de PTAR

Nota. En la figura 14 se aprecia el esquema final de todas las partes de la PTAR del proyecto, elaboración propia.

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

DISCUSIÓN

Teniendo en consideración los objetivos de nuestra investigación, se logró realizar el diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales para el distrito de Víctor Larco, a través de un sistema de lodos activados, la cual es eficiente para evitar generar impactos negativos en la salud pública y medio ambiente, aplicando en este un pre tratamiento a las aguas residuales para que luego tengan una remoción eficiente en el sistema primario y secundario del procedimiento y distribución de las aguas residuales.

A diferencia de los resultados de Galeno & Rojas (2016) con respecto al tiempo de retención de las partículas, en su investigación determinan un tiempo de retención de 47.5 minutos y una carga hidráulica de 45,85 (m³/m². día). Asimismo, en nuestra investigación obtuvimos un tiempo de retención hidráulica de 1080 minutos, lo cual es mucho mayor la mencionada anteriormente, esto implica que a pesar de contar con dimensiones y condiciones de suelos similares, el factor que reduce su tiempo de retención en su investigación es por una carga hidráulica superior a la nuestra.

En referencia a la investigación de Lapa (2014) donde encontró un suelo con nivel freático elevado, sugiere que se debe considerar un cemento tipo Hs o MS y un aditivo impermeabilizante para la cimentación de la PTAR en suelos salitroso. Del mismo modo, nuestra investigación presenta un suelo con elevado contenido de humedad, observada en el estudio de mecánica de suelos realizada insitu, donde se pudo determinar que la estratigrafía de la zona de estudio es homogénea sin deformaciones pronunciadas en su relieve, pero con porcentaje elevado de humedad. Asimismo, se demostró la presencia de sales que pueden ocasionar problemas a las estructuras de concreto con respecto a la durabilidad y resistencia de estas, por lo que se recomienda también utilizar en la ejecución un cemento de buena

resistencia a sulfatos, como el tipo V o MS que son adecuado para la construcción de la subestructura de la PTAR.

Por otro lado, los resultados mostrados en el estudio de la calidad de agua residual están sobre de los límites máximos permitidos en cuanto a su disposición final de descarga, además infringen las normas establecidas, debido que no existe un tratamiento adecuado antes del vertido de las mismas, y es necesario mencionar que las aguas residuales son vertidas directamente al contexto circundante, contaminando y ocasionando diversos problemas a la salud pública y medio ambiente.

Con respecto a otro factor importante en el diseño de la PTAR, el cálculo de la población futura es uno de ellos, para la investigación obtuvimos una población 100 420 hab., considerando censos realizados por el INEI en los años 1993, 2005, 2007; además de las proyecciones realizadas por esta entidad en referencia a los años 2013, 2014, 2015, con estos datos se hizo el cálculo de la población futura con una proyección a 25 años; información muy importante para calcular el caudal promedio, teniendo en cuenta la dotación per cápita para cada persona según los datos que otorga el reglamento.

Teniendo como referencia la investigación de Contreras (2018), donde obtuvo valores de remoción total de los parámetros de DBO (14.63 mg/l), SST (17.47 mg/l) y CF (8.10 E+02 NMP/100 ml), de los cuales solo el CF no cumple con los LMP. Nuestra investigación presenta menores valores en los resultados de DBO con valor de 13.69 mg/l (95%), lo cual implica que los sólidos que se alojarán en nuestra PTAR presentan menor contaminación y ensuciamiento del agua que será almacenada, tratada y transportada para fines de riego.

Limitaciones

Una de las limitaciones de mayor trascendencia fue no haber obtenido el espacio público suficiente para realizar el diseño de la PTAR, ya que la Municipalidad distrital de Víctor Larco dio respuesta negativa a la libre disponibilidad del terreno, con respecto a la solicitud presentada para dichos fines.

Además, otra de las limitaciones de mayor relevancia en nuestra investigación fueron ocasionadas por la COVID-19, la cual trajo dificultades al momento del proceso de recolección de datos in situ, debido que no había fácil acceso a las entidades y laboratorio de la Universidad Nacional de Trujillo para ensayos microbiológicos de agua.

Asimismo, otra de las limitaciones con respecto a la parte técnica del proyecto fue el estudio de mecánica de suelos y sus respectivos ensayos, debido que se realizaron en un laboratorio particular, ya que las instalaciones del laboratorio de suelos de la Universidad Privada del Norte no se encontraban habilitados.

Finalmente, a las limitaciones mencionadas anteriormente, se adiciona el factor económico con respecto a los ensayos de mecánica de suelos y estudio topográfico, debido que los laboratorios tienen un costo elevado así como también el alquiler de los equipos topográficos.

Implicancias

A partir de los resultados del estudio de mecánica de suelos, nos implicó buscar información en las normas ASTM y NTP para poder guiarnos y corroborar las cantidades obtenidas en cada ensayo de laboratorio.

La propuesta de diseño de la PTAR planteada en nuestra investigación, implicará satisfacer las necesidades de la población de la zona de estudio y mejorar el servicio de riego de las áreas verdes de manera positiva.

CONCLUSIONES

Se logró diseñar una propuesta de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para utilización en riego de áreas verdes en el distrito de Víctor Larco, tomando en cuenta todos los estudios técnicos previos que demanda para la elaboración de la misma.

Se realizó un estudio de mecánica de suelos con fines de cimentación en la zona donde se obtuvo según la clasificación SUCS un tipo de suelo SP (suelos arenosos) y una carga admisible para diseño de 0.68 kg/cm², la cual será determinante en el diseño de la subestructura de la PTAR.

Con respecto al diseño, se logró elaborar los planos adjuntos en la presente investigación, los cuales muestran el resultado del estudio topográfico realizado en la zona de estudio, donde se precisa las coordenadas topográficas, curvas de nivel, ángulos internos, área y perímetro del terreno.

Se determinó los análisis físico químicos y microbiológicos del agua residual, donde muestran que es necesario realizar una planta de tratamiento de agua residuales y así mismo el tipo de tratamiento a brindar durante una posible ejecución de la misma.

RECOMENDACIONES

Se recomienda que para llevar a cabo el proceso de depuración de aguas residuales de manera eficiente, es importante mantener un control y mantenimiento para así proporcionar un producto de calidad. Por medio del monitoreo de diferentes parámetros, se verifica el trabajo y la eficiencia de la laguna.

En cuanto a la construcción futura de dicho proyecto, se generarán impactos negativos que afecten a la población, debido al uso de maquinaria y la magnitud propiamente del proyecto, se recomienda la elaboración de un Estudio de Impacto Ambiental (EIA), con la finalidad de brindar alternativas que ayuden a reducir los posibles impactos negativos.

Se recomienda realizar un presupuesto detallado de cada partida del proyecto, en una futura construcción de la misma, considerando los aspectos influyentes como el suelo, clima, material y mano de obra respecto al tipo de obra.

Se debe involucrar a las autoridades competentes para la elaboración de un proyecto de esta naturaleza y que ayude a la mejora de calidad de vida y disminución de contaminación de la zona.

Es necesario desarrollar un estudio de durabilidad y diseño de concreto en la zona para determinar que tipo de cemento, agregados y aditivos son los más factibles a utilizar ante estas circunstancias y agentes externos del proyecto. Asimismo, es importante durante la ejecución considerar un recubrimiento adecuado, para poder otorgar al acero de los elementos de concreto armado una mayor durabilidad.

REFERENCIAS

- Alquinga, R., Lucia, F., Paillacho, R., & Dayana, K. (2018). *Evaluación ambiental de la planta de tratamiento de agua residual de la parroquia rural Belisario Quevedo* [Tesis de pregrado]. Quito, Ecuador: Escuela Politécnica Nacional. Obtenida de <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/19268>
- Atoche, J. (2016). *Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para reúso en riego de parques y jardines en el distrito de Víctor Larco Herrera. Provincia Trujillo. La Libertad* [Tesis de pregrado]. Trujillo, Perú: Universidad Privada Antenor Orrego. Recuperado de <https://repositorio.upao.edu.pe/>
- Cáceres et al. (2017). *Diseño De Una Planta De Tratamiento De Aguas Residuales Para Su Reutilización En Riego En Áreas Verdes* [Artículo de científico]. Chimborazo, Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Recuperado de URL:<http://dx.doi.org/10.19044/esj.2017.v13n18p94>
- Contreras, R. (2018). *Propuesta De Una Ptar Para Reducir El Impacto Ambiental Del Sistema De Alcantarillado En El C.P “Andy Y Su Pueblo” Carabayllo – Lima* [Tesis de pregrado]. Lima, Perú: Universidad César Vallejo. Recuperado de <https://repositorio.ucv.edu.pe/>
- Crespi, R., & Plevich, O. (2005). Manejo de aguas residuales urbanas.
- Galeano, L. & Rojas, V. (2016). *Propuesta de diseño de una Planta de Tratamiento de Agua Residual por zanjón de oxidación para el casco urbano del municipio de Vélez – Santander* [Tesis de pregrado]. Bogotá, Colombia: Universidad Católica de Colombia. Recuperado de <https://repository.ucatolica.edu.co/>

- Jiménez, B., & Asano, T. (2008). *World Overview. En Water Reuse An International Survey of current practice, issues and needs*. Washinton: Iwa Publishing.
- José, S. R. (2015). *Software de ingeniería especializado en el diseño y simulación de plantas de tratamiento de agua residual*. Revista Ingeniería y región, 16.
- Lapa, R. (2014). *Propuesta de diseño de humedal artificial para el tratamiento de aguas residuales con fines de riego en la ciudad universitaria –UNSCH2014*. [Tesis de pregrado]. Ayacucho, Perú: Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Recuperado de <http://repositorio.unsch.edu.pe/>
- Revilla, W. & Valdivieso, G. (2019). *Evaluación De La Percepción De La Población Respecto Del Funcionamiento De La Planta De Tratamiento De Aguas Residuales (Ptar) Del Distrito De Poroto* [Tesis de pregrado]. Trujillo, Perú: Universidad Privada del Norte. Recuperado de <https://repositorio.upn.edu.pe/>
- SEDALIB. (2015). *PTAR Trujillo*. Trujillo: Sedalib.
- SUNASS. (2015). *Diagnóstico de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales en el ámbito de Operación de las Entidades Prestadoras de Servicios de Saneamiento*. Lima: Tarea Asociación Gráfica Educativa. Lima: Ministerio del Ambiente.
- Zurita, F., Castellanos, O. & Rodríguez, A. (2011). *El tratamiento de las aguas residuales municipales en las comunidades rurales de México*. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 2(spe1), 139-150.

ANEXOS

ANEXO 1: PANEL FOTOGRÁFICO



Figura 15. *PTAR Covicorti*

Nota. En la figura 15 se logra apreciar la Planta de Tratamiento de Agua Residuales de Covicorti, la cual cuenta con 6 lagunas de estabilización que almacenan y distribuyen las agua residuales domésticas e industriales de la ciudad de Trujillo, elaboración propia.



Figura 16. Centro de control de la PTAR Covicorti

Nota. En la figura 16 se muestra el centro de operaciones de la PTAR Covicorti, donde se controla algunas de las partes y actividades de la planta, como en el caso de compuertas, rejillas y válvulas de paso, elaboración propia.



Figura 17. Laguna de aireación de la PTAR Covicorti

En la figura 17 se muestra las lagunas de aireación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales. Asimismo, se observa la visita técnica realizada por Flor Cabanillas y Gianina Vásquez para fines de reconocimiento de las partes, características y funcionamiento de la PTAR, siendo aspectos fundamentales para la elaboración de nuestra propuesta de diseño, elaboración propia.



Figura 18. Entrevista - Sub Gerencia de Servicios Públicos

Nota. En la figura 18 se muestra la entrevista realizada al sub gerente de servicios públicos de la Municipalidad distrital de Víctor Larco, elaboración propia.

ANEXO 2: SOLICITUD A LA MUNICIPALIDAD DE VICTOR LARCO HERRERA PARA SABER SI CUENTA CON ESPACIO PUBLICO PARA PROPUESTA DE PTAR



MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE VICTOR LARCO HERRERA
UNIDAD DE CONTROL PATRIMONIAL Y MARGESÍ DE BIENES

INFORME N° 092-2022 UCPYMB/MDVLH.

A : **CPC. PERLA AZUCENA DIAZ DEZA**
Gerente de Administración y Finanzas

DE : **LIC. RAFAEL FORTUNATO OLIDEN SEVILLANO.**
Jefe de Unidad Control Patrimonial y Margesí de Bienes.

ASUNTO : INFORMAR SOBRE LA EXISTENCIA DE UN LOTE DE TERRENO PARA REALIZAR UN PROYECTO DE TESIS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.

REFERENCIA : Expediente N° 8086-2022

FECHA : Víctor Larco Herrera, 26 de Mayo del 2022.

Por medio del presente, le saludo cordialmente y a la vez se pone de conocimiento que he recibido el expediente de la referencia en donde se nos solicita, que se informe sobre la existencia de un lote de terreno, que esté disponible y cumpla con las características de tal forma permita que las estudiantes de ingeniería Civil de la Universidad Privada del Norte, realicen una propuesta de diseño de una Planta de Tratamiento de Aguas residuales, para la utilización en riego de áreas verdes en el distrito de Víctor Larco Herrera. Esta oficina ha revisado nuestros archivos y planos de nuestro catastro, constatando que no existe un lote que cumpla con las características, que dichas estudiantes solicitan.

Es todo lo que informo, a Ud. Para su conocimiento y fines correspondientes

Atentamente.


Rafael Fortunato Oviden Sevilla

CCI/ARCHIVO
Archivo


26-05-2022

Figura 19. Solicitud de libre disponibilidad de terreno

Nota. En la figura 19 se muestra la solicitud realizada a la Municipalidad Distrital de Víctor Larco, para conocer la disponibilidad de terreno para el diseño de PTAR.

ANEXO 3: Estudio de mecánica de suelos



NOMBRE DEL PROYECTO	PROPUESTA DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUALES PARA LA UTILIZACION EN RIEGO DE AREAS VERDES EN EL DISTRITO DE VICTOR LARCO HERRERA, 2022.	SOLICITA EL ESTUDIO	FLOR VIOLETA/GIANINA LINDSAY
UBICACIÓN	TRUJILLO – LA LIBERTAD		
CIMIENTO	CIMIENTO CORRIDO	FECHA: Trujillo, Setiembre del 2022	
CALCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE UN SUELO – ECUACION DE TERZAGHI			

PARAMETROS CONOCIDOS

CLASIFICACIONES	:	SP
[θ] ANGULO FRICCION INTERNA [1].	:	34 (Ingresar en grados y decimales de grado)
[c] COHESION [1]	:	0.01 (Ingresar en Kg/cm ²)
[γ] PESO UNITARIO	:	1.63 (Ingresar en gr/cm ³)
[Df] PROF. MINIMACIMENTACION (cm)	:	90.00 (Ingresar en centímetros)
[B] ANCHO CIMENTACION (cm) [2]	:	90.00 (Ingresar en centímetros)

CALCULO DE CARGA ADMISIBLE - METODO DE TERZAGHI			
Factores de Capacidad de Carga		Datos del Suelo	
N _q =	10.66	Peso Especifico del Suelo:	$\gamma = 1.63 \text{ Gr/cm}^3$
N _c =	20.72	Cota de Fundación	Df = 0.80 m
N _{γ} =	6.77		$\gamma \cdot Df = 9.00 \text{ Tn / m}^2$

- [1] Valores obtenidos del ensayo de corte directo.
- [2] Se está asumiendo un valor promedio, como el ancho de la cimentación, el valor real o definitivo, se obtendrá luego de realizar el respectivo análisis estructural.
- [3] Determinados por aplicación directa de: Ecuación de Hansen, para el caso de θ (Ángulo de fricción) > 0

CAPACIDAD PORTANTE

$$q_a = \frac{(0.5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_y + c \cdot N_c + \gamma \cdot D_f \cdot N_q)}{F}$$

$q'c$: 2.04 kg/cm²

CAPACIDAD DE CARGA DE DISEÑO (q_n)

$q'c / 3.0$ (Rango de seguridad). 0.68 Kg/cm²


 Ing. Jorge Barraltes Vilanueva
 REPRESENTANTE LEGAL
 CIP N° 197384
 GRUPO IMG

Figura 20. Capacidad portante del suelo

Nota. En la figura 20 se aprecia la capacidad portante del suelo con respecto a un cimiento corrido, con un valor de $q_a = 2.04 \text{ kg/cm}^2$



NOMBRE DEL PROYECTO	PROPUESTA DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUALES PARA LA UTILIZACION EN RIEGO DE AREAS VERDES EN EL DISTRITO DE VICTOR LARCO HERRERA, 2022.	SOLICITA EL ESTUDIO	FLOR VIOLETA/GIANINA LINDSAY
UBICACIÓN	TRUJILLO – LA LIBERTAD		
CIMIENTO	CIMIENTO CUADRADO	FECHA: Trujillo, Setiembre del 2022	
CALCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE UN SUELO – ECUACION DE TERZAGHI			

PARAMETROS CONOCIDOS

CLASIFICACION(S)	:	SP
[θ] ANGULO FRICCION INTERNA [1]	:	24 (Ingresar en grados y decimales de grado)
[c] COHESION [1]	:	002 (Ingresar en Kg/cm ²)
[γ] PESO UNITARIO	:	163 (Ingresar en gr/cm ³)
[Df] PROF. MINIMACIMENTACION (cm)	:	101.00 (Ingresar en centímetros)
[C] ANCHO CIMENTACION [c(m)] [2]	:	101.00 (Ingresar en centímetros)

CALCULO DE CARGA ADMISIBLE - METODO DE TERZAGHI			
Factores de Capacidad de Carga		Datos del Suelo	
Nq =	6.66	Peso Específico del Suelo $\gamma =$	1.63 Gr/cm ³
Nc =	15.22	Con de Fundación Df =	1.20 m
N γ =	3.08	γ , Df =	1.96 Tn / m ²

- [1] Valores obtenidos del ensayo de corte directo.
 [2] Se está asumiendo un valor promedio, como el ancho de la cimentación, el valor real o definitivo, se obtendrá luego de realizar el respectivo análisis estructural.
 [3] Determinados por aplicación directa de: Ecuación de Hansen, para el caso de θ (Ángulo de fricción) > 0

CAPACIDAD PORTANTE

$$q_n = \frac{(0.5 * \gamma * B * N_\gamma + c * N_c + \gamma * D_f * N_q)}{F}$$

q'c :

CAPACIDAD DE CARGA DE DISEÑO (qu)

q'c 3.0 (Rango de seguridad),


 Ing. Jorge Barrantes Villanueva
 REPRESENTANTE LEGAL
 O.P. N° 197384
 GRUPO IMG



NOMBRE DEL PROYECTO	PROPUESTA DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUALES PARA LA UTILIZACION EN RIEGO DE AREAS VERDES EN EL DISTRITO DE VICTOR LARCO HERRERA, 2022.	SOLICITA EL ESTUDIO	FLOR VIOLETA/GIANINA LINDSAY
UBICACIÓN	TRUJILLO – LA LIBERTAD		
CIMIENTO	CIMIENTO CORRIDO	FECHA: Trujillo, Setiembre del 2022	
CALCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE UN SUELO - CASO FALLA POR ASENTAMIENTO - METODO TERZAGHI – PECK			

Relación de Poisson	μ	=	0.25
Módulo de Elasticidad	E_s	=	1250 Ton/m ²
Asentamiento permisible	$S_{i\text{permiso}}$	=	2.54 cm
Ancho de la cimentación	B	=	80 cm
Factor de Forma	I_f	=	120 cm/m

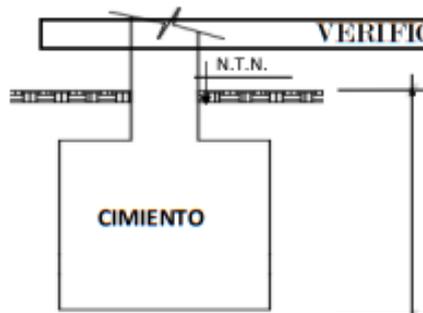
CAPACIDAD PORTANTE (FALLA POR ASENTAMIENTO)

$$q_u = \frac{S_i * E_s}{B(1 - \mu^2)I_f} \quad q_u = 0.74 \text{ Kg/cm}^2$$

Finalmente, considerando el valor más desfavorable entre falla por corte local y falla por asentamientos, obtenemos:

$$q_u(\text{diseño}) = 0.64 \text{ Kg/cm}^2$$

VERIFICACION DE LA CIMENTACION



N.T.N.

CIMIENTO

DISTORSION ANGULAR (α)
separación máxima entre

$L = 2.00 \text{ m.}$
 $\alpha = 1/500$

$\gamma = 1.63 \text{ gr/cm}^3$
 $\phi = 24^\circ$
 $c = 0.02 \text{ Kg/cm}^2$

ASENTAMIENTOS POR CAPACIDAD DE CARGA (INICIAL)	
ZONA	S_i (cm)
Zona Central	0.45
Zona Esquina	0.23
Zona medianera	0.48

Asentamiento relativo:
Zona Esquina - Medio δ^* = 0.24
 $\alpha^{**} = 1/700 - (O.K.)$

diferencial (Δs) = 4 mm Asentamiento total (St) = 1.06 cm

Ing. Jorge Barrantes Villanueva
REPRESENTANTE LEGAL
DIP N° 197384
GRUPO IMG



NOMBRE DEL PROYECTO	PROPUESTA DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUALES PARA LA UTILIZACION EN RIEGO DE AREAS VERDES EN EL DISTRITO DE VICTOR LARCO HERRERA, 2022.	SOLICITA EL ESTUDIO	FLOR VIOLETA/GIANINA LINDSAY
UBICACIÓN	TRUJILLO – LA LIBERTAD		
CIMIENTO	CIMIENTO CUADRADO	FECHA: Trujillo, Setiembre del 2022	
CALCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE UN SUELO - CASO FALLA POR ASENTAMIENTO - METODO TERZAGHI – PECK			

Relación de Poisson	μ	=	0.25
Módulo de Elasticidad	E_s	=	1250 Ton/m ²
Asemtamiento permisible	$S_{(mm)}$	=	2.54 cm
Ancho de la cimentación	B	=	80 cm
Factor de Forma	I_f	=	120 cm/m

CAPACIDAD PORTANTE (FALLA POR ASENTAMIENTO)

$$q_u = \frac{S_i * E_s}{B(1 - \mu^2)I_f}$$

$q_u = 1.04 \text{ Kg/cm}^2$

Finalmente, considerando el valor más desfavorable entre falla por corte local y falla por asentamientos, obtenemos:

$q_u \text{ (diseño)} = 0.89 \text{ Kg/cm}^2$

VERIFICACION DE LA CIMENTACION

Y = 1.63 gr/cm³
Φ = 24°
c = 0.02 Kg/cm²

ASENTAMIENTOS POR CAPACIDAD DE CARGA (INICIAL)	
ZONA	S_i (cm)
Zona Central	0.89
Zona Esquina	0.45
Zona medianera	0.93

DISTORSION ANGULAR (α)
separación máxima entre

$L =$	2.00 m.
$\alpha =$	1 / 500

Asemtamiento relativo:	δ^*	0.24
Zona Esquina - Medio	α^{**}	1/700 -- (O.K.)

diferencial (Δs) 4 mm Asemtamiento total (S_t) **2.07cm**

Ing. Jorge Borrero Villanueva
REPRESENTANTE LEGAL
DIP N° 197384
GRUPO IMG



CUADRO RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACION

PROYECTO : PROPUESTA DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUALES PARA LA UTILIZACION EN RIEGO DE AREAS VERDES EN EL DISTRITO DE VICTOR LARCO HERRERA, 2022
SOLICITANTE : FLOR VIOLETA, CABANILLAS BECERRA/ GIANINA LINDSAY, VASQUEZ INFANTES
UBICACIÓN : TRUJILLO – LA LIBERTAD

Estrato de Apoyo de la Cimentación	Depósito color marrón, de un suelo de consistencia bajas, arenas medias y finas SP. Características identificativas, resistencia en estado seco (a la disgregación): baja, dilatación: baja, tenacidad: no presenta.
Parámetros de diseño para la Cimentación	
Tipo de Cimentación	Fundación continua, del tipo cimiento corrido
- Profundidad Mínima de Cimentación.	0.80 m. (Referencia numeral 26.2 - Artículo 26.- Profundidad de cimentación de la Norma E-0-50 Suelos y cimentaciones).
- Presión Admisible.	0.84 Kg/cm ² .
- Factor de Seguridad por Corte.	3.00
- Asentamiento Diferencial.	
Zona centro:	0.45 cm.
Zona esquina:	0.23 cm.
Zona medianera:	0.48 cm.
- Asentamiento máximo permisible:	2.54 cm.
- Asentamiento Diferencial:	4 mm.
- Asentamiento Total:	1.06 cm.
- Máxima distorsión angular.	1/500
- Separación máx. entre ejes de columna (L)	2.00m.
Agresividad del suelo a la cimentación	Agresividad baja
Nivel Freático	No se encontró hasta la máxima profundidad investigada (3.00 m)
CONDICIONES ESPECIALES DE CIMENTACION	LICUACION: no presenta susceptibilidad a licuación. COLAPSO: no presenta susceptibilidad a colapso. EXPANSION: no presenta susceptibilidad a expansión.


 Ing. Jorge Borrantes Pallanueva
 REPRESENTANTE LEGAL
 OIP N° 197384
 GRUPO IMG

Figura 21. Resumen de las condiciones de cimentación



CUADRO RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACION

PROYECTO : PROPUESTA DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUALES PARA LA UTILIZACION EN RIEGO DE AREAS VERDES EN EL DISTRITO DE VICTOR LARCO HERRERA, 2022
SOLICITANTE : FLOR VIOLETA, CABANILLAS BECERRA/ GIANINA LINDSAY, VASQUEZ INFANTES
UBICACIÓN : TRUJILLO – LA LIBERTAD

Estrato de Apoyo de la Cimentación	Depósito color marrón, de un suelo de consistencia bajas, arenas medias y finas SP. Características identificativas, resistencia en estado seco (a la disgregación): baja, dilatación: baja, tenacidad: no presenta.
Parámetros de diseño para la Cimentación	
Tipo de Cimentación	Fundación continua, del tipo cimiento cuadrada
- Profundidad Mínima de Cimentación. - Presión Admisible. - Factor de Seguridad por Corte. - Asentamiento Diferencial. Zona centro: Zona esquina: Zona medianera: - Asentamiento máximo permisible: - Asentamiento Diferencial: - Asentamiento Total: - Máxima distorsión angular. - Separación máx. entre ejes de columna (L)	1.20 m. (Referencia numeral 26.2 - Artículo 26.- Profundidad de cimentación de la Norma E-0.50 Suelos y cimentaciones). 1.07 Kg/cm ² . 3.00 0.89 cm. 0.45 cm. 0.93 cm. 2.54 cm. 4 mm. 2.07 cm 1/500 2.00m.
Agresividad del suelo a la cimentación	Agresividad baja
Nivel Freático	No e encontró hasta la máxima profundidad investigada (3.00 m)
CONDICIONES ESPECIALES DE CIMENTACION	LICUACION: no presenta susceptibilidad a licuación. COLAPSO: no presenta susceptibilidad a colapso. EXPANSION: no presenta susceptibilidad a expansión.


 Ing. Jorge Barrantes Villanueva
 REPRESENTANTE LEGAL
 OIP N° 197384
 GRUPO IMG



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ASTM D 422**

PROYECTO	: PROPUESTA DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA UTILIZACION EN RIEGO DE AREAS VERDES EN EL DISTRITO DE VICTOR LARCO HERRERA, 2022
MUESTRA	: CL
SOLICITANTE	: FLOR VIOLETA, CABANILLAS BECERRA / GARRINHA LINDSAY, VÁSQUEZ INFANTES
UBICACIÓN	: TRUJILLO - LA LIBERTAD

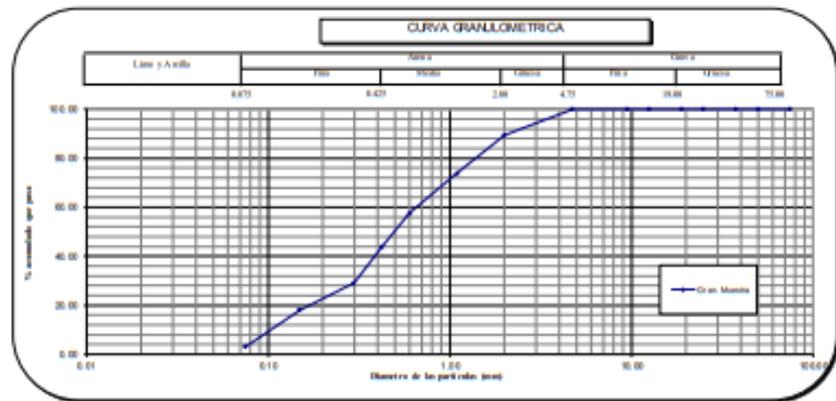
MALLA BRITA AMERICANA	GRANULOMETRIA MÉTODO 150 (g)				OBSERVACIONES	Humedad natural 0.2
	ABERTURA (mm)	PESO RET. (g)	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO		
3"	75.000				100.00	
2"	50.000				100.00	
1 1/2"	37.500				100.00	
1"	25.000				100.00	
3/4"	19.000				100.00	
1/2"	12.500				100.00	
3/8"	9.500				100.00	
Nº4	4.750				100.00	
Nº10	2.000	108.6	10.7	10.7	89.3	
Nº16	1.180	107.5	15.5	26.2	73.8	
Nº30	0.600	106.5	16.3	42.5	57.5	
Nº40	0.425	137.0	13.5	56.0	44.0	
Nº60	0.250	108.9	15.0	71.0	29.0	
Nº100	0.150	111.3	11.0	82.0	18.0	
Nº200	0.075	159.7	14.9	96.9	3.1	
Nº200 Fondo		31.1	3.1	100.0		
Total		1014.5	100.0			

CLASIFICACIONES GRANULOMETRICAS	
Grava (%)	
Arena (%)	96.9
Fina (%)	3.1
U30	0.30
U60	0.06
U10	0.13
Cu	7.24
Cc	0.71

LIMITE DE CONSISTENCIA	
LL	NP
LP	NP
IP	NP

CLASIFICACION DE SUELOS	
SLCS	SP
AAS-TO	A-3

Ing. Jorge Barrantes Villanueva
REPRESENTANTE LEGAL
CIP N° 197384
GRUPO IMG



OBSERVACIONES: MUESTRA EXTRAIDA POR LE SOLICITANTE Y TRAJIDA AL LABORATORIO EN MOJ
MUESTRA ALTERADA SIN PRESENCIA DE GRAVAS
MUESTRA PARCIALMENTE SECA SIN UNA GRAN PRESENCIA DE MATERIAL ORGANICO

AV DANIEL ALCIDES CARRION 278 – URB SAN NICOLAS – TRUJILLO
CA VENECIA MZ L TE 1.8 – LLANAVILLA – VILLA EL SALVADOR - LIMA

Figura 22. Análisis granulométrico por tamizado



**DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA
NTP 339.129**

PROYECTO	:	PROPUESTA DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA UTILIZACION EN RIEGO DE AREAS VERDES EN EL DISTRITO DE VICTOR LARCO HERRERA, 2022
MUESTRA	:	C1
SOLICITANTE	:	FLOR VIOLETA, CABANILLAS BECERRA/ GIANINA LINDSAY, VÁSQUEZ INFANTES
UBICACIÓN	:	TRUJILLO - LA LIBERTAD

CRISTAL No.	W ₁ + CRISTAL (%)	W ₂ + CRISTAL (%)	W AGUA (%)	W CRISTAL (%)	W ₁ (%)	HUMEDAD (%)	No GOLPES
LÍMITE LÍQUIDO							
1						NP	
2						NP	
3						NP	
LÍMITE PLÁSTICO							
1						NP	
2						NP	
3						NP	

LL	NP
LP	NP
IP	NP



JMV
Ing. Jorge Bermúdez Villanueva
REPRESENTANTE LEGAL
CIP N° 197384
GRUPO IMG

OBSERVACIONES: MUESTRA EXTRAIDA POR LE SOLICITANTE Y TRAJIDAS AL LABORATORIO EN MODO MUESTRA ALTERADA SIN PRESENCIA DE GRAVAS
MUESTRA PARCIALMENTE SECA SIN UNA GRAN PRESENCIA DE MATERIAL ORGANICO

Figura 23. Límites de consistencia



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL			
NPT 339.127			
PROYECTO	:	PROPUESTA DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA UTILIZACION EN RIEGO DE AREAS VERDES EN EL DISTRITO DE VICTOR LARCO HERRERA, 2022	
SOLICITANTE	:	FLOR VIOLETA CABANILLA BECERRA / GIANINA VÁSQUEZ INFANTES	
UBICACIÓN	:	TRUJILLO - LA LIBERTAD	

Prueba	1	2	3
W húmedo + tara (g)	105.24	98.74	105.71
W seco + tara (g)	104.02	97.15	104.05
W (g)	85.42	70.21	76.84
W agua (g)	1.22	1.59	1.66
W seco (g)	18.6	26.94	27.21
Humedad (%)	6.6	5.9	6.1
Humedad (%)	6.2		

OBSERVACIONES:	MUESTRA EXTRAÍDA POR LE SOLICITANTE Y TRADA SAL LABORATORIO EN MBO MUESTRA ALTERADA SIN PRESENCIA DE GRAVAS MUESTRA PARCIALMENTE SECA SIN UNA GRAN PRESENCIA DE MATERIAL ORGANICO
-----------------------	---

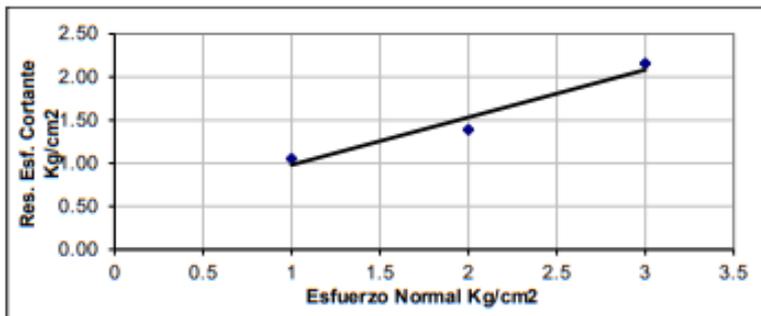

Ing. Jorge Barrantes Villanueva
REPRESENTANTE LEGAL
CIP N° 197384
GRUPO IMG

Figura 24. Ensayos de contenido de humedad natural

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO
ASTM D 3080**

PROYECTO	:	PROPUESTA DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA UTILIZACION EN RIEGO DE AREAS VERDES EN EL DISTRITO DE VICTOR LARCO HERRERA, 2022
SOLICITANTE	:	FLOR VIOLETA, CABANILLAS BECERRA/ GIANINA LINDSAY, VÁSQUEZ INFANTES
UBICACIÓN	:	TRUJILLO - LA LIBERTAD

VELOCIDAD			FACTOR DE CALIBRACION									
1 mm/mín			4.559									
Wm 240 gr												
T	D.H	Lc	ResCorregida	σ 1			σ 2			σ 3		
mm	cm		AC=6Lc (cm2)	L.D (µf)	P.G. Kg	τ (Kg/cm²)	L.D (µf)	P.G. Kg	τ (Kg/cm²)	L.D (µf)	P.G. Kg	τ (Kg/cm²)
0.00	0.000	6.000	36.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.25	0.025	5.875	35.250	0.025	0.895	0.025	0.045	0.376	0.026	0.068	0.376	0.071
0.50	0.050	5.750	34.500	0.100	0.947	0.035	0.324	1.437	0.041	0.451	2.056	0.056
0.75	0.075	5.625	33.750	0.175	2.061	0.068	0.531	2.421	0.066	0.719	3.426	0.066
1.00	0.100	5.500	33.000	0.250	3.266	0.095	0.652	3.698	0.110	1.128	3.716	0.144
1.50	0.150	5.250	31.500	0.375	6.065	0.144	1.211	6.689	0.206	1.625	6.263	0.198
2.00	0.200	5.000	30.000	0.500	8.940	0.257	2.877	15.116	0.377	5.729	14.826	0.426
2.50	0.250	4.750	28.500	0.625	11.098	0.300	4.351	19.836	0.595	4.631	21.125	0.612
3.00	0.300	4.500	27.000	0.750	15.246	0.446	6.231	25.848	0.897	6.735	30.696	0.896
3.50	0.350	4.250	25.500	0.875	20.620	0.606	8.686	35.843	0.792	9.036	41.159	1.235
4.00	0.400	4.000	24.000	1.000	27.590	0.862	11.537	49.852	0.867	11.021	50.245	1.405
4.50	0.450	3.750	22.500	1.125	37.139	1.076	17.662	74.931	1.049	12.892	58.289	1.729
5.00	0.500	3.500	21.000	1.250	47.859	1.264	24.234	97.859	1.158	14.912	65.621	1.926
5.50	0.550	3.250	19.500	1.375	59.589	1.452	31.960	124.408	1.260	16.461	75.441	2.104
6.00	0.600	3.000	18.000	1.500	72.175	1.650	40.450	155.524	1.359	18.010	84.785	2.260



RESULTADOS DEL ENSAYO DE CORTE

σ	τ	
1	1.05	kg/cm²
2	1.39	kg/cm²
3	2.15	kg/cm²

PARAMETROS OBTENIDOS

Coefficiente de cohesión(kg/cm²) **0.02**
 Angulo de fricción interna (°) **24.00**

JMV
 Ing. Jorge Barrantes Villanueva
 REPRESENTANTE LEGAL
 D.P. N° 197384
 GRUPO IMG

Figura 25. Ensayo de corte directo

Nota. Base de datos, elaboración propia.

ANEXO 4. ENCUESTA SOBRE PROPUESTA DE PTAR A SUB. GERENTE DE SERVICIOS PUBLICOS DEL DISTRITO DE VICTOR LARCO HERRERA

ENCUESTA

NOMBRES: CARLOS ALBERTO

APELLIDOS: ALFARO CASTELLANOS

SEXO: MASCULINO

- 1.- ¿Económicamente qué importancia tiene tratar las aguas residuales para regadío de áreas verdes?
 A) Alto costo.
 B) Muy bajo costo.
 C) Bajo costo.
 D) Muy bajo costo.
- 2.- El proceso de tratamiento de aguas residuales, que ventajas ambientales nos proporciona?
 A) Muy alta la contaminación.
 B) Baja la contaminación.
 C) Alta la contaminación.
 D) Muy alta la contaminación.
- 3.- ¿Todas las aguas residuales que se originan durante el proceso a donde son arrojadas?
 A) Represa.
 B) Lagunas.
 C) Mar.
 D) Hacen un adecuado tratamiento para ser utilizado como regadío de áreas verdes.
- 4.- Los químicos utilizados en alta proporción para tratar aguas residuales afectara a la población.
 A) Mucho.
 B) Poco.
 C) Muy poco.
 D) Nada.
- 5.- ¿En qué porcentaje disminuirá la contaminación ambiental al tratar las aguas residuales?
 A) 95%
 B) 70%
 C) 50%
 D) 30%
6. considera usted, importante hacer el uso adecuado del agua y no arrojar desechos de más que alteren la contaminación de la misma.
 A) Muy importante.
 B) Poco importante
 C) Nada importante.
 D) Siempre importante .
7. ¿que relevancia tendría un programa de sensibilización y concientización a la población de Trujillo para el manejo adecuado de los residuos sólidos?
 A) Muy interesante .
 B) Poco interesante .
 C) Nada interesante.
 D) Casi interesante.
- 8.- ¿Qué expectativa de parte de la población tiene nuestra propuesta del diseño de una PTAR?
 A) Muy aceptable.
 B) Casi aceptable.
 C) Poco aceptable.
 D) Nada aceptable.



MUNICIPALIDAD DEL DISTRITO DE VICTOR LARCO HERRERA
OFICINA DE ASESORIA JURIDICA
CALLE DE LA UNIDAD 100

		BUENA	MUY BUENA	POCO BUENA	NADA BUENA
1	Considera usted muy importante nuestra propuesta del diseño de una nueva PTAR en el distrito de VICTOR. LARCO. HERRERA		<input checked="" type="checkbox"/>		
2	El exceso de basura provoca la contaminación ambiental trayendo como consecuencia, enfermedades y esto significa un indicador negativo para la población				<input checked="" type="checkbox"/>
3	Consideramos el agua como un elemento fundamental para la vida y buena salud por lo tanto es una alternativa positiva.		<input checked="" type="checkbox"/>		
4	Cuidar y hacer uso racional del líquido elemento sin arrojar factores negativos en su trayecto hasta su destino final, nos permite reutilizarlo con mayor seguridad		<input checked="" type="checkbox"/>		
5	Que impacto ambiental, tendría nuestra propuesta de implementar una PTAR en el distrito de VICTOR LARCO HERRERA.		<input checked="" type="checkbox"/>		
6	Estaría de acuerdo usted de hacer charlas inforamtivas en espacios públicos para consientisar a la poblacion de no arrojar materiales extraños como (aceite, grasas, ácidos) ya que esto es dañado y perjudicial, sabiendo que este líquido elemento tienen un destino final	<input checked="" type="checkbox"/>			
7	Reconoce usted el peligro de contaminación que estamos viviendo ,respecto al uso inadecuado del agua			<input checked="" type="checkbox"/>	
8	Propone algunas ideas que serán de mayor fuerza para contarestar la contaminación cruzada como alternativas de solución	<input checked="" type="checkbox"/>			
9	Participa usted activamente con la poblacion en su conjunto haciendo charlas de orientación para el manejo adecuado de los residuos solidos			<input checked="" type="checkbox"/>	
10	Ventaja de por lo menos un compromiso que se refiere a la protección del agua	<input checked="" type="checkbox"/>			
11	Alternativa de por lo menos se refiere al abrochamiento del agua potable en casa.	<input checked="" type="checkbox"/>			
12	Alternativa de por lo menos un compromiso del aprovechamiento del agua potable en cualquier contexto	<input checked="" type="checkbox"/>			
13	Cual debe de ser el mantenimiento periódico de la ptar y el cuidado ,seguridad del personal a cargo		<input checked="" type="checkbox"/>		
14	Cauntas veces por año debe de dar orientación a los cuidadanos sobre desventajas de los factores contaminantes		<input checked="" type="checkbox"/>		
15	Estaría de acuerdo con incentivos a la poblacion en el manejo de los residuos solidos		<input checked="" type="checkbox"/>		
16	Proponga usted alguna idea que sea el pilar fundamental para evitar que los deschos lleguen hasta la PTAR	<input checked="" type="checkbox"/>			
17	Considera usted que nuestra propuesta es la mejor para la reducción de costos en regadio de áreas verdes		<input checked="" type="checkbox"/>		
18	Cuanto efecto positivo tendría en vuestro distrito nuestra propuesta, reduciendo la contaminación y dando mejor calidad de vida a nuestros habitantes		<input checked="" type="checkbox"/>		
19	Considera usted a partir de la implantación de nuestra propuesta el incremento de más áreas verdes con un a mejor visión y calidad de vida de sus habitantes		<input checked="" type="checkbox"/>		
20	El compromiso suyo y el nuestro es luchar por reducir la contaminación, minimizar los riegos, percatarse de los peligros y asegurar una mejor calidad de vida de cuidadanos informados y consientes como una alternativa de solución en el tiempo	<input checked="" type="checkbox"/>			



Figura 26. Encuesta a Sub Gerencia de Servicios Públicos - Víctor Larco

Nota. Encuesta realizada al Sub Gerente de Servicios Públicos, con la finalidad de obtener información del contexto actual de la zona de estudio para emplear en nuestra propuesta de diseño, elaboración propia.

ANEXO 5. Plano topográfico de la zona

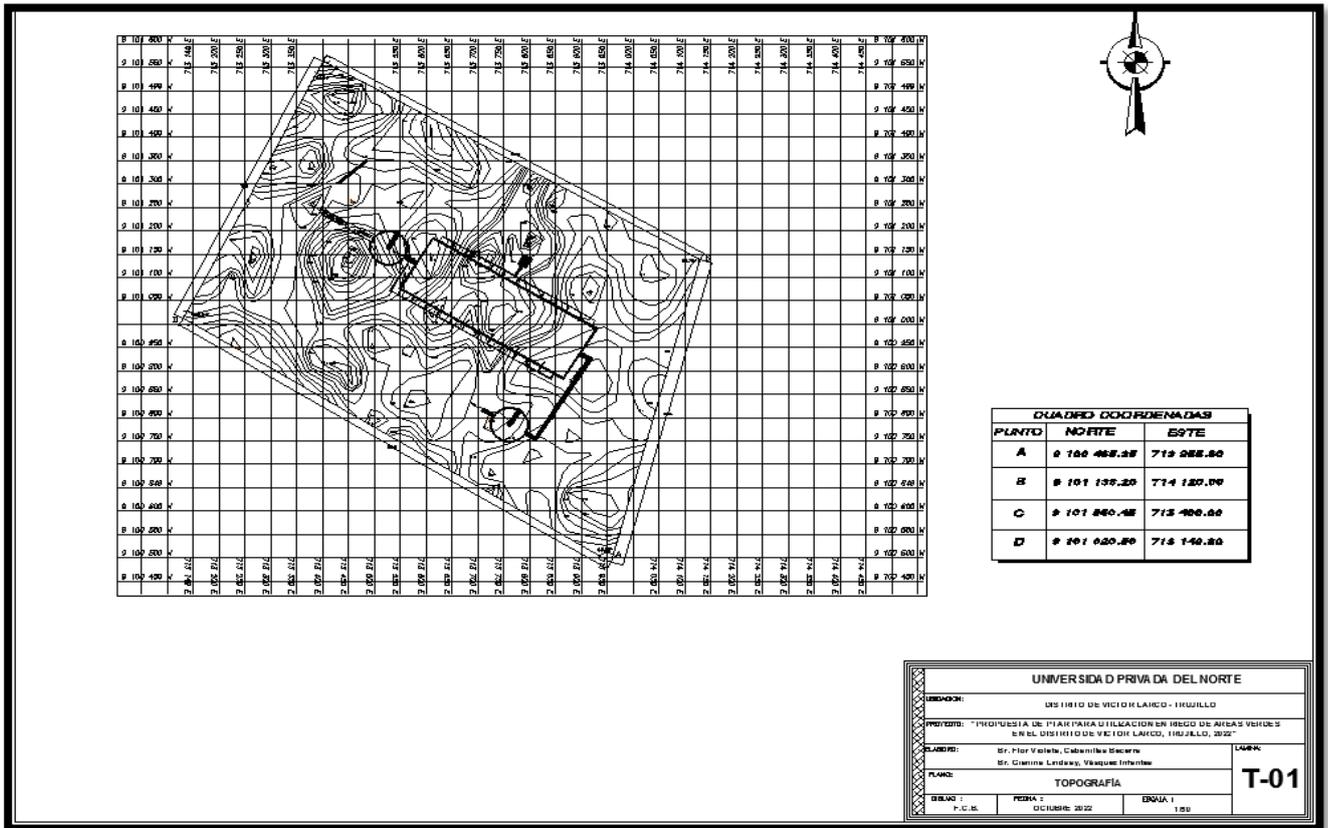


Figura 27. Plano topográfico de la zona.

Nota. En la figura 27 se aprecia el plano topográfico referencial de la zona, teniendo en cuenta las curvas de nivel, las coordenadas y características del terreno, elaboración propia.

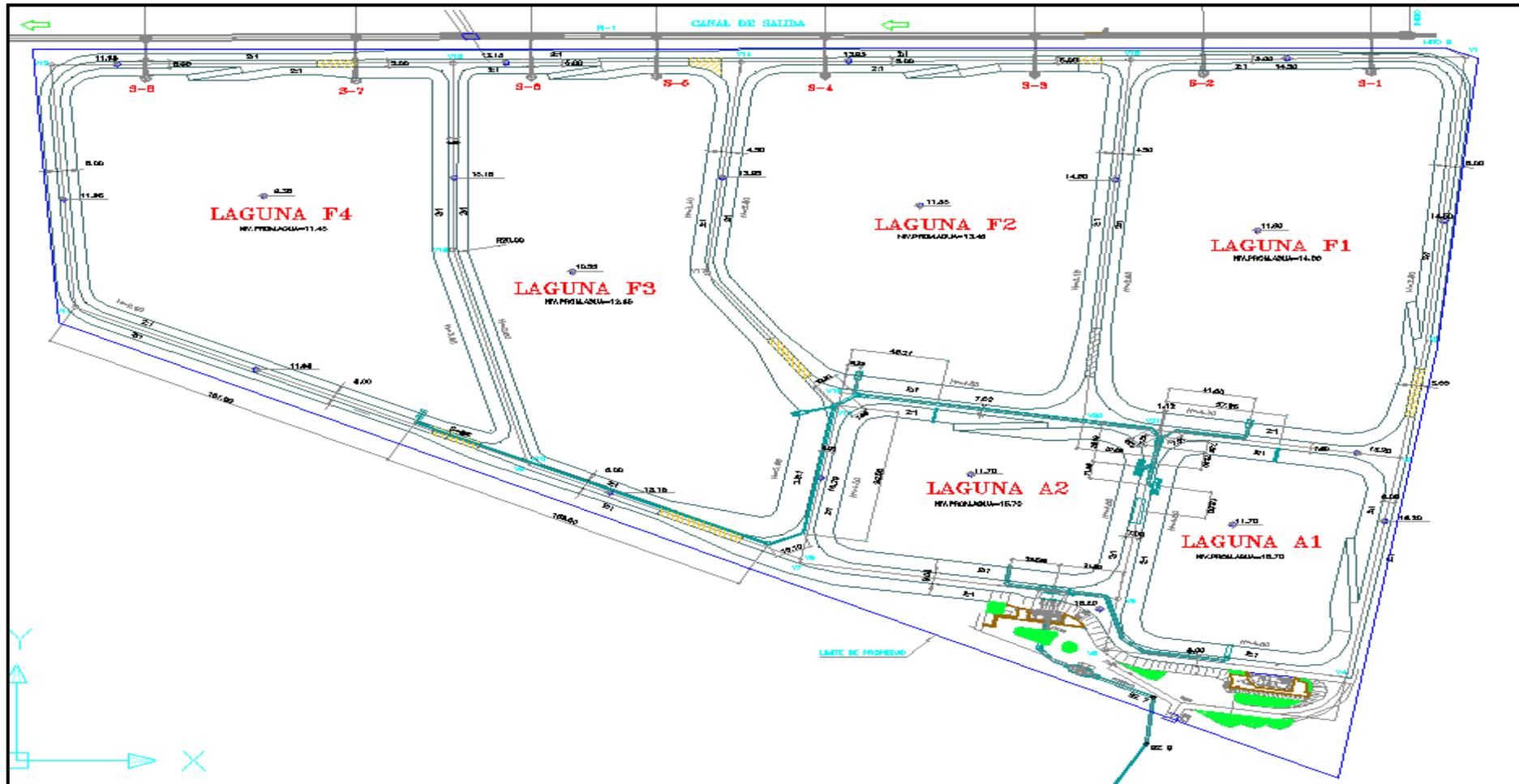


Figura 29. Distribución de la planta de tratamiento de aguas residuales Covicorti

Nota. En la figura 29 se muestra la distribución de cada laguno de la PTAR de covicorti, la cual cuenta con 6 lagunas operativas. Obtenida de (Sedalib, 2015).