



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Evaluación del agua tratada por la laguna de oxidación para su  
reutilización en el riego de sembríos, en el distrito de Chulucanas  
– Piura 2021.**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO CIVIL

**AUTORES:**

Campos Regalado, Milagros del Cielo (ORCID: 0000-0002-7228-0588)

Castillo Villaseca, Enzo Renato (ORCID: 0000-0002-1657-1161)

**ASESORA:**

Mg. Valdiviezo Castillo, Krissia del Fátima (ORCID: 0000-0002-0717-6370)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

DISEÑO DE OBRAS HIDRÁULICAS Y SANEAMIENTO

PIURA – PERÚ

2021

## **DEDICATORIA**

Dedicamos esta investigación en el primer lugar, a Dios por darnos la existencia y permitirnos el haber alcanzado este instante muy significativo de nuestra formación profesional.

A vuestras madres, que son nuestro más importante pilar, siempre manifestar su cariño y soporte incondicional desinteresadamente a pesar de nuestras discrepancias de opiniones.

A vuestros padres, por su apoyo incondicional, a nuestras abuelas por ser las personas que más creyeron en nosotros, a nuestros hermanos los cuales nos motivan a mejorar cada día, sin todos ellos no lo hubiésemos logrado ya que todos somos un solo equipo. .

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos a nuestros padres y familiares que nos acompañaron a lo largo de este proceso de aprendizaje.

Agradecemos a nuestros docentes y a nuestra casa de estudios, Universidad César Vallejo que nos orientó en nuestra formación profesional.

Agradecemos a cada una de las personas que han participado de este proceso de esfuerzo y dedicación para lograr nuestra meta.

## INDICE DE CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	MARCO TEÓRICO.....	4
	HACIENDO REFERENCIA A LO EXPUESTO ANTERIORMENTE, A CONTINUACIÓN, SE PRESENTAN LO SIGUIENTE: .....	4
2.1.	ANTECEDENTE DE ESTUDIO.....	4
2.2.	BASES TEÓRICAS.....	10
2.2.1.	NIVELES DE TRATAMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES .....	10
2.2.2.	FACTORES QUE MODIFIQUEN EL FUNCIONAMIENTO DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN:.....	12
2.2.3.	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN .....	12
2.2.4.	PROCESOS DONDE SE TRATA LAS AGUAS RESIDUALES EN EL DISTRITO DE CHULUCANAS: .....	14
2.2.5.	USO POTENCIAL DE LAS AGUAS RESIDUALES EN LA AGRICULTURA.....	15
2.2.6.	METODO DE RIEGO Y PRACTICAS DE MANEJO DEL CULTIVO PARA EL USO DE LAS AGUAS RESIDUALES .....	15
2.2.7.	PLANTAS QUE SE PUEDEN SEMBRAR CON EL USO DE .....	18
□	PARÁMETROS QUE DEBE CUMPLIR EL AGUA PARA RIEGO.....	18
-	CALIDAD DEL AGUA TRATADA .....	18
-	CARACTERÍSTICAS DE LAS AGUAS HERVIDAS TRATADAS.....	18
III.	METODOLOGÍA.....	19
3.1.	Tipo y diseño de investigación .....	19
3.1.1.	Tipo de investigación .....	19
3.1.2.	Diseño de Investigación.....	19
3.2.	Variables y Operacionalización .....	19
3.3.	Población, muestra y muestreo.....	20
3.3.1.	Población:.....	20
3.3.2.	Muestra: .....	20
3.3.3.	Muestreo: .....	20
3.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	20

3.4.1. Técnicas: .....	20
3.4.2. Instrumento de recolección de datos: .....	20
3.5. Procedimiento .....	21
3.6. Método de Análisis de Datos.....	22
3.6.1. Recopilación de Información:.....	22
3.7. Aspectos éticos .....	22
IV. RESULTADOS .....	23
4.1. TIPO DE SISTEMA DE RIEGO:.....	23
4.1.1. Ubicación del área a evaluar: .....	23
4.1.2. Esquema de Diseño: .....	24
4.1.3. Parámetros de Diseño: .....	24
4.1.4. Fuente de abastecimiento:.....	24
4.1.5. Criterios de Diseño: .....	25
4.1.6. DISEÑO AGRONÓMICO.....	25
4.1.7. DISEÑO HIDRÁULICO .....	29
□ Tubería que va desde el afluente de la laguna de oxidación hasta la bomba centrífuga. ....	35
4.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS ETAPAS DE LA LAGUNA DE OXIDACIÓN .....	37
4.3. CULTIVO DEL MANGO .....	39
4.3.1. DEMANDA: .....	39
4.4. ANÁLISIS DEL AGUA:.....	41
V. DISCUSIÓN .....	42
VI. CONCLUSIONES.....	45
VII. RECOMENDACIONES .....	47
REFERENCIAS .....	48
ANEXOS.....	

## INDICE DE TABLAS

Tabla 01. Resumen de datos según tipo de tubería principal a utilizar.....	39
Tabla 02. Uso de agua residual tratada en plantación de mango.....	48
Tabla 03. Resultados del Análisis del agua .....	50

## INDICE DE FIGURAS

Figura N°01. Ubicación de la laguna de Oxidación.....	32
Figura N°02. Distribución del Sistema de Riego Tecnificado.....	33
Figura N°03. Diseño de Sistema de Riego.....	34
Figura N°04. Eficiencia de Aplicación.....	35
Figura N°05. Fórmulas para determinar el diámetro mojado del bulbo en función de la textura.....	36
Figura N°06. Valores de la Viscosidad y Densidad del agua.....	40
Figura N°07. Rugosidades Absolutas de Materiales.....	41
Figura N°08. Diagrama de Moody.....	42
Figura N°09. Laguna Anaerobia.....	46
Figura N°10. Laguna Facultativa.....	47
Figura N°11. Laguna de Maduración.....	47
Figura N°12. Evolución del Mango 2000-2018.....	49
Gráfico N°01. Demanda de Mango en Perú 2007-2008.....	48
Gráfico N°02. Demanda de Mango en Perú 2012.....	49
Anexo N°01. Informe de Originalidad en Turnitin.....	64
Anexo N°02. Matriz de Operacionalización.....	65 - 66
Anexo N°03. Certificado de Laboratorio – Análisis del Agua.....	67
Anexo N°04. Demanda Hídrica del cultivo del mango.....	68
Anexo N°05. Toma de muestra de agua para análisis.....	68 - 69
Anexo N°06. Laguna de Oxidación del Distrito de Chulucanas.....	69
Anexo N°07. Desembocadura de las aguas de la Laguna de Oxidación.....	70

## **RESUMEN**

En este presente informe, se da a conocer una alternativa de reutilización de aguas servidas, con la finalidad de aminorar la contaminación directa a los ríos o fuentes de agua superficiales. Para ello se realizó un análisis de su agua afluyente en la laguna de oxidación del Distrito de Chulucanas, tomando una muestra posteriormente llevada a laboratorio, con el fin de determinar su estado y adecuar una alternativa de reutilización. De acuerdo a la zona en la que se encuentra la laguna de oxidación, se consideró que el reúso de estas aguas puede darse en el riego de sembríos; una vez realizado los análisis del agua se trabajó en base a los resultados de las condiciones químicas y biológicas en las que el agua se encuentra, estando aptas para el riego de sembríos. Luego de ello se realizó una revisión documental para determinar y adecuar una alternativa de reutilización, optando por el uso del riego tecnificado por goteo subterráneo, cuyo motivo es que debido a que el agua que se va a utilizar es residual, se pretende que no tenga un contacto directo con el fruto. Una vez determinado ello se realiza el diseño agronómico e hidráulico.

**PALABRAS CLAVES:** Afluyente, Efluente y Residual.



## **ABSTRACT**

In this present report, an alternative for the reuse of sewage is presented, in order to reduce direct pollution to rivers or surface water sources. To do this, an analysis of its influent water was carried out in the oxidation lagoon of the Chulucanas District, taking a sample later taken to the laboratory, in order to determine its status and adapt a reuse alternative. According to the area in which the oxidation lagoon is located, it was considered that the reuse of these waters can occur in the irrigation of crops; Once the water analysis had been carried out, it was based on the results of the chemical and biological conditions in which the water is found, being suitable for the irrigation of crops. After that, a documentary review was carried out to determine and adapt an alternative for reuse, opting for the use of technified underground drip irrigation, the reason for which is that because the water to be used is residual, it is intended that it does not have direct contact with the fruit. Once this is determined, the agronomic and hydraulic design is carried out.

**KEY WORDS:** Tributary, Effluent and Residual.

## I. INTRODUCCIÓN

Según estudios anteriores, muchas veces el tratar las aguas residuales es realizado mediante las lagunas de oxidación, también llamadas de estabilización, por ello desde antes se ha considerado y es necesario que estas estructuras tengan un adecuado mantenimiento y se encuentren en constante monitoreo. El tratamiento de estas aguas ha sido necesario para disminuir las cargas bacterianas y evitar que se convierta en un agente de contaminación; pero el problema es que ciertamente casi nunca se ha tomado en cuenta el lugar en donde desembocan; mayormente estas aguas han sido vertidas a mares, lagos o ríos, pero no siempre llega en condiciones salubres u óptimas, lo cual ha puesto en riesgo la salud poblacional.

Según el “programa Adecuación de Vertimientos y Reúso de Aguas Residuales” (PAVER), consideraba “alrededor 40m<sup>3</sup>/s de aguas residuales sin tratamiento van directamente a fuentes superficiales y un aproximado de 4000 ha de terreno agrícola son regadas con esta agua” (AMARILDO , 2016). Es decir que existía un gran porcentaje de aguas residuales que no son dirigidas a una planta de tratamiento, sino iban directamente a un cuerpo superficial de agua, o a veces eran usadas en el riego de cultivos, pero de manera inadecuada, lo cual representaba algo perjudicial para el ambiente y la salud.

Anteriormente, investigadores vienen observando que ésta problemática se viene dando hace bastante tiempo, “a modo como emplea su informe de las Naciones Unidas dentro del Desarrollo de los Recursos Hídricos, han estimado que, a nivel global, la producción de agua es 1 500 km<sup>3</sup> aproximadamente, por ende, asumían que un litro de agua residual puede contaminar ocho litros de agua dulce. Como suele suceder, las poblaciones de bajos recursos son aquellas que se ven más afectadas por esa problemática, encontrándose expuestos a fuentes de agua contaminada. En América Latina suelen utilizar el riego de sembríos con agua residual sin tratar o también es disuelta con alguna fuente de agua superficial” (MUÑOZ, 2016).

En el Perú han estimado que se genera 2 ‘217,946.00 m<sup>3</sup>/día de agua residual, siendo descargadas en redes de alcantarilla que la EPS (Empresas Prestadores

de Servicio de Saneamiento) construyen, pero solo un 32% son tratadas adecuadamente (GÓMEZ Apac, y otros, 2017). Según las estadísticas del EPS “en el 2012: Por poblador en el Perú al día se crea de agua residual 142 litros” (GÓMEZ Apac, y otros, 2017).

A fines de 2007, “en el Perú, se recogieron cerca de 747,3 millones de m<sup>3</sup> en agua residual, creadas por los beneficiarios que se conecta al servicio. dicho volumen, el 28.9% ingresaron en un régimen de tratar las aguas residuales, la mayoría con insuficiencias operativas y de mantenimiento, y lo restante se eliminó hacia un cuerpo de agua, se filtró al suelo o se utilizó secretamente con finales agrarios” (AMARILDO , 2016).

Según el EPS: “En el 2024, el Perú creará más del 200% de aguas residuales que actualmente operan las EPS” (GÓMEZ Apac, y otros, 2017).; “si se da el caso, se estima que existirá un porcentaje mucho más elevado de contaminación ambiental y mal uso de las aguas residuales. Con ese futuro seguirán las diferencias en los sistemas, aumentará la necesidad y el volumen por el déficit a compensar de aguas superficiales haciendo uso de fuentes que podrían ser perjudiciales” (GÓMEZ Apac, y otros, 2017)

La UNESCO señaló que el 69% de agua dulce se destinó a la agricultura, el 23% a la industria y el resto de porcentaje al consumo doméstico. Con ello concluyeron, “el agua residual vendría a ser fuente alternativa muy viable para el riego de cultivos siempre y cuando tenga un adecuado mantenimiento previo, con la finalidad de poder disminuir el uso de agua dulce en la agricultura” (MUÑOZ, 2016). “El tratado del agua residual podría ser muy valioso el cual puede ser utilizado para reemplazar una cantidad significativa de agua saludable, en acciones de no necesitar agua potable de calidad. Esto traería consigo la reducción de riesgos en salud y la reducción de contaminación en acuíferos”. (AMARILDO , 2016).

Finalmente, el planteamiento principal del problema de investigación es: ¿Cuál es la evaluación del agua tratada por la laguna de oxidación para su reutilización en el riego de sembríos, en el Distrito de Chulucanas-Piura 2021?

Asimismo, los planteamientos de problemas secundarios a investigar son: ¿Cuál es el sistema de riego a utilizar aplicado en la reutilización de aguas servidas?, ¿Cuáles son las características que presenta cada etapa de la laguna de oxidación?, ¿Qué tipo de sembrío se beneficia con el uso de las aguas residuales tratadas para su riego?

Dicha investigación evaluó el estado del agua residual tratada por la laguna de oxidación del Distrito de Chulucanas, mediante un análisis de agua hecho en laboratorio, debido a que actualmente las aguas servidas son vertidas en el río Piura y con la finalidad de evitar esa contaminación, el agua será reutilizada en el riego de sembríos de la zona aledaña a la laguna, haciendo uso de un riego tecnificado por goteo, cuyo proceso y manual de aplicación está indicado en el desarrollo de ésta investigación mediante una recopilación de información que ayudará a establecer su proceso. La propuesta de la reutilización de aguas servidas, es una propuesta tentadora pero no muy utilizada, ya que la mayoría de ciudadanos tiene el conocimiento erróneo de que estas aguas solo contaminan el medio ambiente, debido a que no tienen un conocimiento más amplio del uso de aguas tratadas, por lo cual se debe informar de manera correcta, en primer lugar de lo que es una laguna de oxidación y cuál es su finalidad, a raíz de ello tener conocimiento de cual vendría a ser el aprovechamiento que se le puede dar al agua, poniendo así en conocimiento que es posible reutilizarla y que beneficia tanto al medio ambiente como a la economía de una ciudad. La información fue recopilada mediante normativas y fuentes de estudio que ayudaron al desarrollo de la investigación.

Para tener una respuesta al planteamiento del problema de investigación se formuló como objetivo general.

Determinar la evaluación del agua tratada por la laguna de oxidación para su reutilización en el riego de sembríos, en el Distrito de Chulucanas – Piura 2021.

Asimismo, se establecen los objetivos específicos, tales como:

Determinar qué sistema de riego se aplicaría en la reutilización de aguas servidas.  
Identificar las características físicas en cada etapa de la laguna de oxidación del

Distrito de Chulucanas. Evaluar qué tipo de sembrío se beneficiará en el riego con el uso de las aguas residuales tratadas.

## **II. MARCO TEÓRICO**

HACIENDO REFERENCIA A LO EXPUESTO ANTERIORMENTE, A CONTINUACIÓN, SE PRESENTAN LO SIGUIENTE:

### **2.1. ANTECEDENTE DE ESTUDIO**

En la tesis de (LOAIZA Cruz, y otros, 2019) titulada “DIAGNOSIS AND PROPOSAL TO IMPROVE THE SYSTEM WASTEWATER TREATMENT THROUGH LAGOONS OF OXIDATION OF THE ATAHUALPA PARISH, LOCATED IN THE CANTON”; tiene como objetivo “evaluar el diseño de las lagunas de oxidación y contrastar que su funcionamiento es adecuado, testificando que la calidad del agua residual que se logra sea óptima para su posterior vertido; brindando una óptima calidad de vida a los vecindarios y un medio ambiente saludable”. La metodología utilizada es descriptiva, con un diseño basado en la demostración; lo que se busca con esta investigación es determinar las condiciones actuales en las que se encuentra la laguna mencionada y brindar soluciones de tratamiento para el mejoramiento de su funcionalidad. Las técnicas para desarrollar este proyecto fueron la toma de muestra de agua y los ensayos realizados en laboratorio para concluir “que el área de cada laguna es escasa en comparación con los cálculos avanzados y el método donde se trata las aguas servidas no se halla en buenas condiciones”.

(MACIAS Carrillo, 2019), teniendo el siguiente nombre: “EVALUACION POST DE LOS IMPACTOS SOCIO AMBIENTALES DE LA LAGUNA DE OXIDACIÓN DE LA CIUDAD DE PORTAVIEJO”; el objetivo principal es de “desenvolver una valoración post en la laguna de oxidación, que ayude a solucionar las contrariedades de la contaminación ambiental de la ciudad Portaviejo. Utilizando la metodología analítica descriptiva ya que nos ayuda a examinar los progresos en la laguna de oxidación, asimismo los procesos en sostenimiento y asimismo se alcanza representar los impactos ambientales que origina la laguna. A causa del uso de la plantilla de comprobación en impactos, en la cual se consiguió que la contaminación por la laguna de oxidación se da de modo crítico en el ambiente

mediante el viento por la emanación de olores en el período de mantenimiento y maniobra”.

(GONZALEZ Jimenez, y otros, 2019), titulada de la siguiente manera: “DIAGNOSTICO AMBIENTAL BACTERIOLOGICO DEL FLUENTE PROVENIENTE EN SISTEMA DONDE SE TRATA EL L CANTON SANTA ROSA Y PLANTAMIENTO DE MEDIDAS PREVENTIVAS”, planteando como objetivo “efectuar el diseño de una fábrica donde se trata las aguas residuales en la zona cantón Santa Rosa para reemplazar al anterior proceso y evitar la contaminación a los organismos aceptantes en efluentes”. Utilizo la metodología descriptiva, con las técnicas de observación, entrevista, documental, técnicas de agrocalidad, normativa (TULSMA) y documentos, fueron una meta indispensable en el cuadro metodológico de realizarlo. Llegando a concluir que “los efluentes descargados del actual sistema de tratar las aguas residuales en el cantón Santa Rosa, según los estudios bacteriológicos ejecutados presentan microorganismos patógenos tales como coliformes fecales, coliformes totales y escherichia coli”.

(MONTESINOS Sanchez, 2014), comparte su investigación “EVALUACIÓN DE LOS ELEMENTOS FÍSICOS QUÍMICOS Y BACTERIOLÓGICOS DE LA LAGUNA DE OXIDACIÓN EN SANTA LUCIA – PROVINCIA DEL GUAYAS”, presentando como objetivo la “estimación de los parámetros químicos, físicos, bacteriológicos y parámetros de infraestructura de lagunas de oxidación, con la finalidad de llegar a lograr un análisis actual del sistema donde se trata el éstas aguas para así poder proponer mejoras en el sistema y proteger la salud tanto poblacional como del ambiente”. La metodología utilizada es experimental con trabajos realizados en el laboratorio y campo con la finalidad de lograr resultados que determinen el estado actual de la laguna. Se concluye que “el porcentaje de remoción cumple con los valores que indica la normativa, no obstante hace falta mantenimiento de la planta para ello se puede realizar un monitoreo constante; también se concluye que la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) dio un valor promedio de 240.33 en el afluente y en el efluente un valor de 56.33 por lo que el porcentaje de eficiencia vendría a ser 76.56% lo cual indica con respecto a la DBO que el sistema de tratamiento trabaja correctamente y también que no se encontró oxígeno disuelto ni en la entrada ni en la salida de la laguna. Por último, se pudo

verificar que la ubicación de la laguna cumple con lo establecido en la OMS que es 500 mts de distancia”.

(MUÑOZ Cedeño, 2020), presenta su objetivo general “establecer el impacto ambiental de las lagunas donde se trata las aguas residuales del sector colinas San José de la ciudad de Ciudad de Rocafuerte, Ecuador”. Debido a que pues la contaminación ambiental actualmente va en ascenso producto de no realizar un adecuado estudio de impacto ambiental al momento de ejecutar cualquier proyecto civil. La metodología de estudio fue descriptiva experimental, con diseño hecho en campo, utilizando técnica de recolección de datos mediante cuestionarios y entrevista realizados a la población. Concluyendo que “un 87% de la ciudad es dañada por las aguas residuales, 80% hace uso de la laguna de oxidación como botadero de basura, 100% señalo que no usa el agua para consumo doméstico, 67% la utiliza para la agricultura y que el 100% de población no tiene el total conocimiento del uso conveniente de la laguna; también se concluyó mediante los análisis de agua que: la laguna si cumple con los medidas establecidos en la norma, y dichas soluciones se encuentran en el límite inferior, es por ello que se debe tomar las medidas del caso para su mejoramiento”.

La investigación de (MAMANI Yapurasi, 2017) titulada “EVALUACIÓN DE LA OPERATIVIDAD Y REDISEÑO DE LA LAGUNA DE ESTABILIZACIÓN DEL DISTRITO DE ILAVE, PROVINCIA DE EL COLLAO”, cuyo objetivo general es “evaluar la operación de la laguna teniendo en cuenta las exigencias requeridas y necesarias, establecidas por las normas para el derrame de las aguas residuales, en tratamiento por la Planta donde se trata las Aguas Residuales”. La metodología aplicada en esta investigación está enfocada en el método cualitativo y cuantitativo, cuyo planteamiento del problema es concreto y delimitado; teniendo un diseño de investigación no experimental, basándose en la recolección de datos históricos, poblacionales, hidráulicos y la determinación de aguas residuales mediante un muestreo de éstas. Concluyendo que “los parámetros obtenidos mediante trabajos de campo son: caudal medio y máximo diario es 78.87 l/s y 147.01 l/s respectivamente, temperatura media del aire es 9°C y del agua es 10°C. Generalizando esos datos, se obtiene que la evaluación determine una eficacia de 7.903%, actual con la que el PTAR funciona, es por ello que para la

depuración de las aguas residuales es preciso que se tenga un control y mantenimiento”.

(AGUILAR Cosillo, 2018), titulada como “IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA INTEGRAL DONDE SE TRATA LAS AGUAS RESIDUALES; DISTRITO DE HUARI-HUARI ANCASH”, teniendo el objetivo de “explicar de qué manera el sistema integral de mejoramiento de agua grises aumenta la condición de vida de los pobladores del distrito de Huari”. Teniendo la metodología de siguiente tipo de investigación descriptiva- experimental donde “maneja una o varias variables independientes, y ejerciendo el máximo control, volviéndola una metodología cuantitativa. Según lo indicado en el problema, se puede aceptar la hipótesis, señalando que evidentemente el diseño del SITAR disminuye la contaminación ambiental, al corroborar los LMP y evitando de este modo el vertimiento de aguas residuales sin tratamiento, al medio ambiente”.

(GAONA Loya, y otros, 2020), “PROPUESTA DE SISTEMA DE RIEGO TECNIFICADO CON REUTILIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA LA PROTECCION AMBIENTAL, HORACIO ZEBALLOS-AREQUIPA”, cuyo objetivo es “proponer un método de riego tecnificado reutilizando las aguas residuales para la defensa ambiental en Horacio Zeballos-Arequipa”. “Esta búsqueda aplicada a esta relacionada con la fuente y se basa en la teoría y la aplicación de conceptos y procedimientos técnicos, controlando las circunstancias. Se determinó que la dotación de aguas residuales derivadas de la laguna de oxidación cumple con las demandas de riego para las áreas verdes, se plantea la construcción de un reservorio de 30 m<sup>3</sup> para almacenamiento de agua para riego”.

La tesis de (LOARTE, 2017) titulada “EVALUACIÓN DEL SISTEMA DONDE SE TRATA EL AGUAS RESIDUALES DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN DE LA CIUDAD DE CASMA – 2017”, presenta como objetivo general “valorar el sistema donde se trata el aguas residuales en las lagunas de oxidación de Casma, con la finalidad de implementar un tratamiento óptimo el cual permita el mejoramiento del riego en agricultura en la localidad, así como también disminuir las enfermedades que causa el mal uso de éstas y dar una solución a la cantidad de aguas servidas producidas actualmente, con una visión al futuro”. Esta



investigación fue llevada a cabo utilizando una metodología descriptiva que se centra en responder la pregunta establecida en la problemática con el objetivo de determinar una parte de la realidad del objeto de estudio, con ello hace uso también de un diseño no experimental – cuantitativo. Teniendo en conclusión que “actualmente el método donde se trata las lagunas de oxidación en Casma se encuentra en mal funcionamiento, determinándose que las labores del procedimiento no están desempeñando la función para la que estuvieron diseñadas, ni los Estándares de Calidad Ambiental, ni los Límites Máximos Permisibles”.

La tesis de (BLAS Ferrel, y otros, 2017) titulada “DISEÑO HIDRÁULICO DE UN SISTEMA DE RIEGO TECNIFICADO POR GOTEO PARA PRODUCTOS ORGÁNICOS EN LA LOCALIDAD DE CONACHE, DISTRITO DE LAREDO”, presenta como objetivo general “efectuar el diseño hidráulico de un método de riego tecnificado por secreción para el palto has en la localidad de Conache”. Esta investigación fue llevada a cabo utilizando una metodología aplicada basándose en una recolección de datos para obtener el diseño, teniendo como conclusión “Para efectos de diseño agronómico y para el diseño hidráulico del sistema de riego por goteo se precisó en caudal de turno crítico de  $59.09 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$ , esto se usa como guía para un diseño óptimo”.

Para (QUIÑONEZ, 2020) en su investigación “EVALUACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS COLIFORMES Y PRESENCIA DE CADMIO Y PLOMO EN UN SISTEMA EXPERTO DE INFORMACIÓN DE LA LAGUNA ORURILLO, PROVINCIA DE MELGAR, REGIÓN PUNO”, tiene como objetivo “establecer la condición bacteriológica, fisicoquímica, y pronunciamiento de metales (plomo y cadmio) en la laguna de Orurillo para verificar si se cumple con la normativa que indica el D.S N° 004-2017-MINAM, y así los mandos incluyan las adecuadas medidas para evitar el incremento de contaminación de la zona”. La metodología utilizada fue descriptiva y analítica, debido a que su objetivo fue evaluar algunas características y consistió también en interpretar los orígenes y causas de la contaminación en la planta de tratamiento. Concluyendo que “los parámetros físico químicos de la laguna fueron de un pH 7.68 a 8.02, presentando cloruros de 91.15 a 224.19 mg/l, una alcalinidad de 92.09 a 136.19 mg/l, sulfatos de 1019.91

a 1719.75 mg/l; estos valores sobre pasan lo establecido en la normativa vigente, por ello se recomienda realizar un monitoreo y la localización de contaminantes externos en agua, flora y fauna”.

(LÓPEZ Mestanza, 2018), en “MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DONDE SE TRATA EL AGUAS RESIDUALES EN EL DISTRITO EL ALTO, TALARA PIURA”, presenta como objetivo “el brindar a la localidad de El Alto una asistencia óptimo en el limpieza de aguas residuales cuya finalidad es perfeccionar las condiciones de salud pública”; haciendo uso de una metodología cuantitativa en la cual se tomó los datos de censos y con un diseño experimental en el cual se hizo uso de ensayos de laboratorio como es la mecánica de suelos aplicado al terreno en estudio. A raíz de la investigación se obtuvo como conclusión que “Según los valores logrados de la PTAR, puede dar la reutilización de las aguas residuales en el riego de plantas de tallo bajo como áreas verdes y también en algarrobo haciendo uso de 2ha del distrito de El Alto”.

(RAMOS Ancajima, 2019), en su investigación titulada “PROPUESTA DE REMODELACIÓN DE LA PLANTA DONDE SE TRATA EL AGUAS RESIDUALES DE LA EMPRESA JOSCAN SA, PARA SU REUSO EN AREAS VERDES” tiene como objetivo principal “remodelación de la planta donde se trata las aguas residuales con la que cuenta la empresa, con la finalidad de obtener agua trata con una superior calidad para que sea utilizada nuevamente en el riego de áreas verdes; todo ello se realizara obteniendo el resultado situacional actual de la laguna”. La metodología a utilizar es descriptiva debido a que se va a observar el estado actual en el que se encuentra la planta de tratamiento y va a describir los procesos con una recopilación de información mediante variables de estudio. Teniendo como conclusión “la necesidad de instalar 3 bombas centrifugas de la planta donde se trata el agua residual para así asegurar el recorrido del agua por todas las etapas; con ello se recomienda la implementación de un plan de mantenimiento de la laguna para tener un buen rendimiento y evitar que existan a futuro costos de reparación constantes”.

## 2.2. BASES TEÓRICAS

“Las aguas residuales; es el agua que ha sido utilizada por la población o industria que contenga material inorgánico u orgánico diluido o en detención” (MINISTERIO DE VIVIENDA, 2021 pág. 4). Viene a ser aquellas aguas que son los resultados de usar el agua después de aplicarse en actividades domésticas o industriales, la cual se combina con residuos sólidos.

Según (HENZE, y otros, 2018 pág. 9), “las aguas residuales se ocasionan en industrias o domicilios, y pueden encontrarse disueltas con agua de precipitaciones, aguas superficiales y aguas subterráneas”.

De acuerdo a su origen y según lo descrito anteriormente, se puede decir que existen 3 tipos de aguas residuales: las domésticas, industriales y de precipitaciones. La primera está compuesta por residuos de baños, lavanderías y cocinas; en las aguas residuales industriales encontramos alto contenido de materia orgánica, compuestos químicos y sustancias inorgánicas; las aguas de lluvia son la escorrentía generada por precipitaciones y presentan menos contaminación

“Existen formas de tratar las aguas residuales que vienen a ser una conformación de procesos biológicos, físicos y químicos, los cuales son utilizados para disminuir las cargas bacterianas de aguas residuales hasta el punto que se admita alcanzar una calidad óptima que disponga su aprovechamiento mediante una reutilización” (SINIA, 2017 pág. 20).

### 2.2.1. NIVELES DE TRATAMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES

El método donde se trata las aguas residuales se encuentra en complemento a los objetivos que pretenda para el efluente en dicho método, por ello se tiene en cuenta que existen fines prácticos los cuales están clasificados en: preliminares, tratamiento primario, tratamiento secundario y tratamiento terciario.

- **Tratamiento Preliminar:**  
Su objetivo es “la conservación de sólidos finos y sólidos gruesos con consistencia superior a las arenas y agua, cuya finalidad de proporcionar el tratamiento contiguo” (SINIA, 2017); aquí usualmente se emplean desarenadores, los cuales tienen la función de evitar la filtración de basura, arena, etc. hacia el proceso de tratamiento.
- **Tratamiento Primario:**  
“Consiste en la remoción de material en suspensión, se admite eliminar entre un 60.00% a 70.00% de sólidos totales” (SINIA, 2017).
- **Tratamiento Secundario:**  
“Pretende la inserción de las etapas biológicas de los que prevalecen las reacciones bioquímicas; entre los sistemas más empleados tenemos las lagunas de oxidación facultativa y aireada” (SINIA, 2017).
- **Tratamiento Terciario:**  
Cuyo objetivo es conseguir la eliminación de nutrientes tales como fósforo y nitrógeno, cuyo propósito es impedir que la descarga de agua residual cause el incremento extendido de algas en los lagos o organismos de agua de menos circulación. El uso del efluente de plantas donde se trata el nivel terciario, puede utilizarse en el riego de la agricultura” (SINIA, 2017).

El tratar las aguas residuales de lagunas de oxidación debe ser antecedidas por etapas de pre tratamiento, sin embargo, aquellas que reciben directamente aguas residuales con las lagunas denominadas primarias, las que toman efluente de primaria son secundarias y sucesivamente. Las lagunas de oxidación o estabilización son el procedimiento más usado y simple para tratar las aguas residuales, su objetivo es “eliminar la materia orgánica que produce contaminación, descartar microorganismos que representen un riesgo para la salud poblacional, manejar su efluente para reutilización con otros fines tales como la agricultura. Muchas veces la eficacia de estas estructuras depende de las situaciones actuales del ambiente como la radiación solar, temperatura, vientos y elementos que dañan claramente a la biología del sistema” (RODRIGUEZ Gamarra, 2017 pág. 46).

### 2.2.2. FACTORES QUE MODIFIQUEN EL FUNCIONAMIENTO DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN:

- Calidad del agua a tratar: Los efluentes industriales alcanzan afectar la labor de las lagunas, debido a que presentan mayor cantidad de residuos sólidos.
- Intensidad de luz solar: Representa un origen de energía para unos de los métodos biológicos en la laguna de oxidación.
- Viento: Generan las corrientes verticales, así el oxígeno diluido en la superficie es llevado a lo más profundo.
- Nubosidad: Reducen la radiación solar directa en un 80 a 90%.
- Precipitación pluvial: El impacto hacia la laguna varía según la intensidad de precipitación; las lluvias intensas diluyen materia orgánica a la laguna.
- Evaporación e Infiltración: Se reduce el volumen de agua almacenada la laguna, estos elementos dependen del clima, la temperatura, el viento, el prototipo de suelo, la humedad, entre otros.
- Temperatura: Es un parámetro de mucha importancia, normalmente se encuentra 2 o 3 grados por encima de la temperatura en el ambiente.
- Material disuelto y suspendido: El material suspendido tiende a sedimentarse por ello genera una acumulación en el fondo, cuyo material puede descomponerse biológicamente debido al movimiento del agua.
- CO<sub>2</sub> y pH: (MANUAL DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO BÁSICO, 2015). “Durante la noche el pH retorna a decaer porque las algas desisten de absorber CO<sub>2</sub> y porque extiende la producción de CO<sub>2</sub> por la respiración de las bacterias” (MANUAL DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO BÁSICO, 2015).

### 2.2.3. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN

Objetivos básicos:

- ✓ Conservar limpias las distribuciones, tanto de entrada como de salida en la laguna.

- ✓ Mantener un color verde intenso, esto indica un pH y oxígeno disuelto alto.
- ✓ Conservar sin vegetación la superficie.
- ✓ Conservar los taludes sin vegetación para evitar erosiones.
- ✓ En todo momento, la limpieza de rejillas.

#### Mantenimiento:

- ✓ Limpieza de vegetación con la finalidad de mantener libre el borde superior del talud.
- ✓ Mantenimiento de Diques con la finalidad de minimizar el efecto erosivo del agua y del viento.
- ✓ Mantenimiento de del acceso, es importante para la adecuada funcionabilidad de la laguna y consiste en el retiro de material suelto.
- ✓ Remoción de lodos, debido a que el lodo aumenta el volumen de la laguna, lo cual perjudica la eficiencia de ésta.

El periodo estimado de limpieza es 5 años.

#### CRITERIOS DE CALIDAD

[...] “Las importantes plantillas que regularizan el reúso son las directrices de la Organización Mundial de la Salud (OMS), sobre disposición microbiológica de aguas residuales para irrigación, clasificadas en tres categorías, según sus niveles de parásitos y coliformes fecales, indicadores de la presencia de patógenos (virus, bacterias, protozoos y helmintos) en las aguas residuales domésticas y las físico-químicas” (REUSO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS EN AGRICULTURA., 2016), gracias a la normativa el aguas debe cumplir con estos requerimientos, de tal forma que beneficia a la salud de la población y a todo el cultivo que se realiza, también reduciendo mucho la contaminación de los suelos agrícolas.

#### 2.2.4. PROCESOS DONDE SE TRATA LAS AGUAS RESIDUALES EN EL DISTRITO DE CHULUCANAS:

El proceso que se realiza en la planta de tratamiento del distrito de Chulucanas es el lagunaje.

El tratamiento se realiza en amplias lagunas con largos días de conservación y requieren terrenos amplios, el movimiento debe ser la bastante lo cual permita mantener los lodos en interrupción, excepto en la salida del afluente.

La planta de tratamiento empezó a operar el año 2001 y actualmente recibe un volumen de 40 l/s según (GRAU, 2016) que es la representante de administrar los productos de agua potable y tratar las aguas residuales. Este sistema está conformado por cuatro etapas como lo indica la Figura N°1 y la Figura N°2; dos lagunas anaeróbicas, dos lagunas facultativas y cuatro de maduración.

- La laguna Anaerobia: cada laguna tiene 35 metros de ancho y 62 metros de largo, con una profundidad de 4m; los taludes presentan un empedrado; los lados y el fondo se encuentran impermeabilizados con suelo arcilloso. Un caudal de diseño de 25 l/s en la entrada y salida de la laguna. (GRAU, 2016).
- “De la laguna Facultativa: cada laguna tiene 62 m. de ancho y 303 m. de largo, con una profundidad de 4 metros. Los lados y el fondo impermeabilizados con suelo arcilloso, con un caudal de diseño de 25 l/s. Periodo de retención de 15.2 días” (GRAU, 2016).
- “De las lagunas de Maduración: de las cuatro, dos son primarias y dos son secundarias, miden 38 metros de ancho y 182 metros de largo. Caudal de diseño de 25 l/s cada una y presenta un periodo de detención de 4.7días, con una carga orgánica de 105 kg/día y un DBO de 11.2 mg/l en el afluente” (GRAU, 2016).

## 2.2.5. USO POTENCIAL DE LAS AGUAS RESIDUALES EN LA AGRICULTURA

“La utilización de las aguas residuales en la agricultura debe involucrar más el agua residual “tratada” [...]. Sin embargo, aún existen muchas regiones del mundo [...]” Se dice que aún existe un gran porcentaje de población que hace uso de las aguas residuales sin tratar en la agricultura e incluso para otros fines (USO POTENCIAL DE LAS AGUAS RESIDUALES EN LA AGRICULTURA, 2021). “Ello puede tener consecuencias negativas en degradación y contaminación en el medio y largo plazo de los suelos donde se utiliza, desafortunadamente, para muchos agricultores de zonas marginadas es el único recurso hídrico del que pueden disponer [...]” eso dificulta la posibilidad de hacer mejoras en el uso potencial de este tipo de agua (USO POTENCIAL DE LAS AGUAS RESIDUALES EN LA AGRICULTURA, 2021).

## 2.2.6. METODO DE RIEGO Y PRACTICAS DE MANEJO DEL CULTIVO PARA EL USO DE LAS AGUAS RESIDUALES

- Riego por Gravedad.
- Riego por Aspersión.
- Riego por Goteo: [...] “la forma de emplear agua a los cultivos en forma subterránea mediante emisores con gastos semejantes, que ha mínimo el gasto hasta en un 40% comparado con otros métodos de riego, y utiliza cintas de goteo enterradas en el suelo, este método es uno de los más manejados a nivel global, tiene beneficios tanto en economía, reduce la contaminación del ambiente, es uno de los sistemas de riego más eficaz para ahorrar agua” (ROSILLO Martinez , 2017).

### 2.2.6.1. Definición del Riego por Goteo:

“Conjunto de métodos que humedecen una fracción del suelo. Su principal característica es el aporte de pequeños caudales y pequeña dosis de agua y fertilizantes, muy localmente en las zonas las raíces de los cultivos por medio de dispositivos de colocación tales como goteros, tubos porosos, etcétera [...] (JACINTO Domínguez, 2019).



#### 2.2.6.2. Riego por Goteo Subterráneo:

[...] “es muy importante su implementación con aguas residuales, ya que descartaría totalmente el riesgo de contacto del agua con el follaje de cultivo, como es el caso del cultivo de alfalfa; lo cual involucra un diseño apropiado del sistema de riego para que el agua aplicada no germine a la superficie” (CISNEROS Estrada, y otros, 2018),

#### 2.2.6.3. Características del Proceso de Riego por Goteo

“A discrepancia del riego tradicional y de la aspersion, aquí el agua se conduce desde el depósito o la fuente de suministro a través de tuberías y en su destino se libera gota a gota justo en el lugar donde se sitúa la planta. El agua se infiltra en el suelo produciendo una zona húmeda restringida a un espacio concreto. Consiguiendo mantener la humedad necesaria en la zona radicular de cada planta, y solo en esa zona” (CISNEROS Estrada, y otros, 2018). “Como resultado y, al acotar la superficie humedecida, las raíces restringen su expansión a ese espacio y no a otro. Se suma, la consecuencia de esta particularidad de riego, es la mayor adaptación de las tierras ya que al reunir la humedad en menores bolsas se crean zonas secas que dan la alternativa a un planteamiento de beneficio del suelo” (CISNEROS Estrada, y otros, 2018).

#### 2.2.6.4. Ventajas del Riego por Goteo:

Según (CISNEROS Estrada, y otros, 2018) las ventajas de un riego por goteo son:

- ✓ El ahorro del 40% y el 60% de agua.
- ✓ No requiere mano de obra calificada, en el cuidado del riego.
- ✓ Aumento notable en la producción.
- ✓ Mejor calidad de productos.
- ✓ Se puede utilizar aguas de baja calidad, estimadas inservibles para riego.
- ✓ El agua no tiene contacto directo con el cultivo.
- ✓ De fácil mantenimiento las piezas.
- ✓ Consigue alta eficiencia de aplicación, mayores de 90%.

#### 2.2.6.5. Desventajas del Riego por Goteo

- ✓ Debilitamiento del suelo, en zonas muy áridas.
- ✓ Un inconveniente a tener en cuenta es que este riego no pertenece las plantas sensitivas a heladas en zonas regularmente frías.

#### 2.2.6.6. Componentes de un Sistema de Riego

- Estación de Bombeo: Consiste en un equipo de elevación encargado de suministrar agua a presión. El equipo puede variar desde un simple conjunto de bombas eléctricas (utilizan energía térmica en el combustible) hasta dispositivos complejos con un gran potencial de área.
- Unidad Operativa o turno de Riego: es el área total de las unidades de riego.
- Centro de Control o Cabecera: es un grupo de equipos el cual se puede utilizar para filtrar agua, tratamientos químicos, etc.
- Tubería Principal: transportar el agua desde el centro de unidad hasta lo largo del riego.
- Tubería Secundaria: sirven a diferentes subunidades de riego.
- Emisores: controlan la salida del agua proveniente de los ramales.
- Punto de Emisión: orificios de salida del agua proveniente de los emisores.

Para poder diseñar un riego tecnificado por goteo, se debe analizar los aspectos tales como: clima, suelo, agua y el cultivo a regar.

## 2.2.7. PLANTAS QUE SE PUEDEN SEMBRAR CON EL USO DE

“Las vegetaciones que se diseminaran pueden ser escogidas según el tipo de contaminante que se quiere minimizar en las aguas residuales. Se ha probado la garantía del piro, , platanillo, bambú, carrizo u otras plantas de la zona” (SANCHEZ , 2017 pág. 9), de esta forma sabremos que plantación beneficiaria a la población tanto en salud como económicamente, además de reducir la contaminación.

- PARÁMETROS QUE DEBE CUMPLIR EL AGUA PARA RIEGO

- CALIDAD DEL AGUA TRATADA

[...] “El índice de calidad del agua, indica el grado de pureza o contaminación del efluente de la laguna, entre los parámetros está la temperatura, el color, el pH, la demanda química de oxígeno, el contenido de sólidos y la demanda bioquímica de oxígeno” (VALLADARES Cisneros, y otros, 2017 pág. 18).

- CARACTERÍSTICAS DE LAS AGUAS HERVIDAS TRATADAS.

Características físico químicas:

(Técnicas de conservación del agua en riego por gravedad a nivel parcelario, 2014), las principales características físicas de las aguas hervidas tratadas se describirán:

- Solido: Tamaño de las aguas residuales, forma y composición de solidos al diferencial, se animalizará el patrón de solidos que suelen eliminarse antes que los materiales abrasivos.
- PH: la descripción del cálculo de la suma de iones de hidrogeno en solución se expresa en términos PH, descrito con el logaritmo contrario de la cantidad de iones de hidrogeno. Teniendo el siguiente dato que el PH de las aguas residuales urbanas varía entre 7.5 y 9.5 (DIAZ ORTIZ, 2006).

### Características biológicas:

- Bacterias: microorganismos procarióticos con dimensiones micrométricos (0.5 a 5  $\mu\text{m}$ ) entre formas variadas, pueden encontrarse en diversos hábitats acuáticos y terrestres, además tienen a crecer en cantidad en entornos difíciles como ácidos, manantiales calientes y desechos radiactivos (FERRER POLO, y otros, 2018).

### **III. METODOLOGÍA**

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

##### 3.1.1. Tipo de investigación

Aplicada, según (NAVARRO Torres, 2016), “se centró en el análisis y solución de problemas, la vida cotidiana y real. Aportó nuevas percepciones”.

Por lo tanto, un estudio aplicado trajo soluciones a la problemática en la zona de estudio, que viene a ser el vertimiento de aguas residuales directamente al río Piura, pudiendo éstas ser aprovechadas y darle un mejor uso.

##### 3.1.2. Diseño de Investigación

En este trabajo se presentó un diseño no experimental – Descriptivo, ya que asumió el objetivo de valorar las tipologías del agua tratada, recogiendo datos sin ser alterados de una realidad para poder realizar un análisis y una interpretación.

#### 3.2. Variables y Operacionalización

El trabajo se limitó a describir la relación entre las variables, siguiendo la siguiente estructura:

Variable 1: Riego Tecnificado

Variable 2: Reutilización de Aguas Residuales Tratadas.

Las características de las variables, en términos cuantitativos se basó en un patrón ya estructurado sobre el método de recolectar datos, dado este caso, la presente investigación afirma lo que (FERNANDEZ Collado, y otros, 2014) hace referencia.

### 3.3. Población, muestra y muestreo.

#### 3.3.1. Población:

La población estudiada fue la laguna de oxidación ubicada en el sector José Carlos Mariátegui, Distrito de Chulucanas, Provincia Morropón, Departamento de Piura.

(PALELLA, y otros, 2012) Menciona que la población es definida como un grupo de componentes relacionados al estudio.

#### 3.3.2. Muestra:

En el caso de la investigación se tomó la disposición de tomar como muestra a una cantidad de agua en específico con una unidad de medida en litros.

#### 3.3.3. Muestreo:

Estuvo conformado por la unidad de análisis, la cual vendría a ser el volumen de agua a utilizar para su estudio químico y biológico.

### 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### 3.4.1. Técnicas:

“La investigación manejó la observación directa, ya que se alcanzará datos de campo mediante una amplia información de la zona a estudiar”. (BEHAR, 2008) Nos indica que el marco metodológico de acopio de datos está determinado con el método de la observación. También se consideró la revisión de documentos, la cual permitió verificar los diversos tipos de documentos que son requeridos, entre ellos se incluyeron, manuales, normas, entre otros y las fichas de análisis de agua e informes de resultados emitidos por el laboratorio.

#### 3.4.2. Instrumento de recolección de datos:

(PALELLA, y otros, 2012) “Indican que el instrumento para recolectar información es en origen al elemento en que se apoyaran los tesisistas para estar más cerca de los efectos y poder así conseguir datos”.

- Reporte de análisis de datos: lleva un informe de análisis de laboratorio; son documentos que redactan los resultados del estudio del agua y las condiciones, este documento debe estar redactado con claridad y de fácil comprensión. Su validez está dada por la aprobación de los profesionales encargados de los ensayos en laboratorio.

### 3.5. Procedimiento

Este trabajo de investigación se inició con un estudio físico-químico y microbiológico que se realizó tanto en campo, como en un laboratorio analizando las aguas residuales tratadas en la laguna de oxidación; por tal motivo fue necesario tomar una muestra de aproximadamente 3 litros de agua y procedente a ello llevarlo a un laboratorio para el respectivo análisis. Este análisis nos dio como resultado las condiciones en las que se encuentra el afluente del agua y con ello se determinó la conveniente reutilización de las mismas.

Luego se realizó una propuesta para reutilizar estas aguas, en riego a sembríos, debido a que la laguna se encuentra aledaña a parcelas; procediendo al diseño agronómico e hidráulico, tipo de riego tecnificado a utilizar.

Teniendo un diseño agronómico basado en la plantación del mango ya que en el distrito de Chulucanas es de alta demanda y es un sembrío de tallo alto, lo cual resulta beneficioso para el riego con aguas residuales tratadas, debido a que el agua no tendrá contacto directo con la cosecha.

Fase de Gabinete:

- Análisis del diseño agronómico.
- Propuesta de diseño hidráulico.
  - ✓ Cálculo del caudal de Riego.
  - ✓ Cálculo de los intervalos de riego.
  - ✓ Determinar distanciamiento entre goteros.
  - ✓ Especificar redes de conducción y distribución.
- Interpretación de los resultados de la muestra.

### 3.6. Método de Análisis de Datos

(MARTINEZ Mediano, y otros, 2014), “indica que la introducción de datos por medio de tablas y gráficos, da facilidad a un superior análisis e interpretación de datos”.

#### 3.6.1. Recopilación de Información:

Incluye antecedentes de investigación, investigación documental y digital que está relacionada al tratar las aguas residuales y a la reutilización, así como también charlas informativas, visitas a campo y análisis de laboratorio.

### 3.7. Aspectos éticos

Para todo profesional, la ética es un principio esencial, pues ésta proporciona fiabilidad en lo que se realiza. La presente investigación de investigación se encuentra referenciada de investigaciones realizadas, de libros, artículos, los cuales han sido citados por medio del manual ISO 690. Todo ello hace ver reflejada la ética y evita cualquier señalamiento de copia o plagio; además, ayuda a que posteriormente cuando dicho trabajo de investigación sea analizado por el programa Turnitin, dé como resultado un porcentaje mínimo de copia.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. TIPO DE SISTEMA DE RIEGO:

Para el primer objetivo específico, se determinó qué sistema de riego se aplicará en la reutilización de aguas servidas, para ello mediante una recopilación de información documental sobre el tipo de riego tecnificado, se eligió por diseñar un método de riego por goteo subterráneo debido a que se acopla a nuestro interés de investigación, para ello tenemos lo siguiente:

#### 4.1.1. Ubicación del área a evaluar:

La laguna de oxidación situada en el sector José Carlos Mariátegui, Distrito de Chulucanas, Provincia de Morropón, Departamento de Piura.

**Figura. N° 01. Ubicación de la Laguna de Oxidación del Distrito de Chulucanas**



Fuente: Google Earth.



- Ubicación Política:
  - Departamento: Piura
  - Provincia : Morropón
  - Distrito : Chulucanas

#### 4.1.2. Esquema de Diseño:

Se señala la proyección de la distribución del método de riego tecnificado.

**Figura. N° 02. Distribución del Sistema de Riego Tecnificado**



**Fuente: Google Earth**

#### 4.1.3. Parámetros de Diseño:

- Periodo de Diseño: para este proyecto se considerará un periodo de 20 años según lo establecido por el sector saneamiento, Norma OS .010.

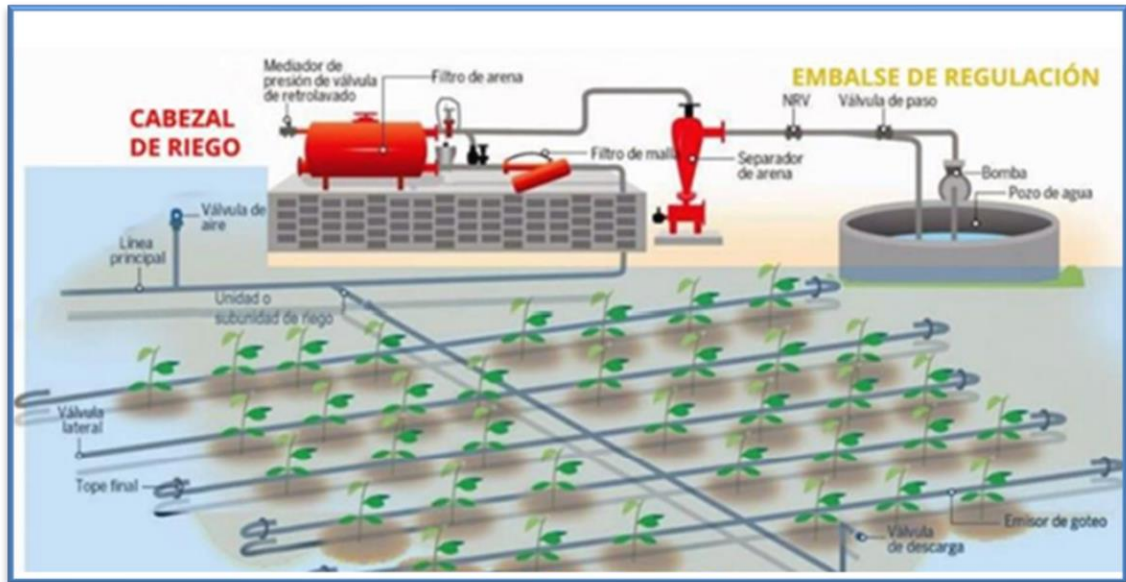
#### 4.1.4. Fuente de abastecimiento:

LAGUNA DE OXIDACIÓN DEL DISTRITO DE CHULUCANAS, PIURA.

#### 4.1.5. Criterios de Diseño:

Para el diseño del método de riego tecnificado se calculó inicialmente un diseño agronómico, el cual nos brindó datos para el diseño hidráulico.

**Figura. N° 03. Diseño de Sistema de Riego.**



**Fuente: Manual del Sistema de Riego – Máximo Villón**

#### 4.1.6. DISEÑO AGRONÓMICO

- **Análisis de Disponibilidad Hídrica**

Caudal del afluente de la laguna de oxidación, siendo 25 l/s en promedio.

- **Marco de Plantación (MP)**

MP= 6 x 5m (6m entre hileras)

MP=30m<sup>2</sup>

- $Densidad = \frac{1ha}{MP} = \frac{10000m^2}{30m^2} = 333 \text{ plantas / ha}$

- **Eficiencia de Aplicación (Ea)**

**Figura. N° 04. Valores de Ea**

PROFUNDIDAD DE RAICES (m)	TEXTURA			
	Muy porosa (grava)	Arenosa	Media	Fina
< 0.75	0.85	0.90	0.95	0.95
0.75 – 1.50	0.90	0.90	0.95	1.00
> 1.50	0.95	0.95	1.00	1.00

**Fuente: Ministerio de Agricultura**

El terreno presenta una textura media con una profundidad de raíz de 6m>1.5m siendo Ea= 1.00

- **Necesidades totales de riego (Nt)**

Datos:

- Coeficiente de uniformidad CU=1.00
- Necesidades netas de cultivo o ETC =4.46mm/día (VER ANEXO N°04)
- El valor de K que depende de la eficacia de la aplicación

$$K = 1 - Ea = 1 - 1 = 0$$

Entonces:

$$Nt = \frac{ETc}{CU \times (1-K)} = \frac{4.46}{1(1-0)} = 4.46 \text{ mm/día}$$

- **Necesidades Diarias por Plantar (5.00 x 6.00)**

$$\frac{4.46 \text{ mm}}{\text{día}} \times 5 \times 6 \frac{\text{m}^2}{\text{planta}} \times \frac{1 \text{ m}}{1000 \text{ mm}} \times \frac{1000 \text{ lt}}{1 \text{ m}^3} = \frac{133.8 \text{ litros}}{\text{planta-día}}$$

- **Caudal Ficticio**

$$\frac{4.46mm}{dia} \times \frac{1 dia}{24 horas} \times \frac{1h}{3600s} \times \frac{10m^3}{ha} \times \frac{1000lt}{1m^3} = 0.52 \frac{lt}{s-ha}$$

- **Número de Emisores por Planta (Ne)**

Sabiendo que en el terreno la textura es media, se consideran los siguientes valores de la tabla:

**Figura. N°05. Fórmulas para Determinar el Diámetro Mojado del Bulbo en función de la textura.**

TEXTURA DEL SUELO	DIÁMETRO
Textura fina	D= 1.2+0.10*q
Textura media	D= 0.7+0.11*q
Textura gruesa	D= 0.3+0.12*q

**Fuente: Fórmulas de Karneli, Peri y Todes.**

\*De la tabla obtenemos D=0.7+0.11\*q

Entonces reemplazamos datos en la formula considerando que La gama de caudales para riego superficial varia generalmente desde 0.5 a 8 litros/hora. Para cultivos arbóreos en terrenos medios es preferible emplear emisores con un caudal superior o igual a 4litros/hora. Entonces asumimos un caudal del gotero de 8litros/hora.

Entonces:

$$D = 0.7 + 0.11 \times 8 = 1.58m$$

Para calcular el área mojada por emisor (Ame):

$$Ame: \pi \times R^2$$

$$Ame: \pi \left(\frac{D}{2}\right)^2 = \pi \left(\frac{1.58}{2}\right)^2 = 1.961m^2$$

\*El porcentaje mínimo de superficie mojada por el mango es P = 33% (Según diseño agronómico del Ing. Esteban Delgado Solórzano.

Por lo tanto, el número de emisores por planta es:

$$Ne > \frac{PxPM}{100 \times Ame} = \frac{33 \times (6 \times 5)}{100 \times 1.961}$$

$$Ne > 5.048 = 5 \text{ emisores}$$

- **Parámetros de operación del sistema:**

- Frecuencia de riego: Es el intervalo de tiempo que se pide para volver emplear un riego. Es la variable menos rígida y por tanto la que más se puede modificar. En el presente trabajo la frecuencia de riego es diaria (I=1).
- Tiempo de riego (t): 5 goteros con un caudal de 8 l/h, va aportar un total de 40 l/h.

$$t = \frac{Ndp}{40lp} = \frac{133.8 \frac{\text{litros}}{\text{planta-día}}}{40 \frac{\text{l}}{\text{h}}}$$

$$t = 3.345 \text{ horas al día}$$

$$t = 4 \text{ horas al día}$$

- Dosis de riego (D):

$$D = t \text{ (h)} \times q \left( \frac{\text{l}}{\text{h}} \right) = 4 \text{ (8)} = 32 \text{ litros}$$

\*Si el caudal ficticio que requiere el cultivo es de 0.52 l/s-ha, entonces:

$$0.52 \frac{\text{litros}}{\text{s-ha}} \times \frac{3600\text{s}}{1\text{h}} \times \frac{24\text{h}}{10000\text{m}^2} \times 1\text{ha} = 4.49 \text{ l/m}^2$$

De acuerdo a los resultados, esto es correcto, debido a que el volumen de agua requerido por planta (4.49 l/m<sup>2</sup>) es menor al resultado según diseño.

#### 4.1.7. DISEÑO HIDRÁULICO

- **Cálculo de Caudal (Q):**

$$Q = \frac{2.79 \times A \times Nt}{\text{tiempo disponible}} = \frac{2.79 \times 1ha \times 4.46 \text{ mm/dia}}{4h/dia}$$

$$Q = 3.11 \text{ l/s}$$

- **Determinación y Distanciamiento entre goteros:**

El marco de plantación es de 30m<sup>2</sup> y son de 5 emisores.

\*Se ha diseñado con dos laterales de riego por hilera de cultivo

$$MR = \frac{6m}{2}$$

MR= 3m de distancia entre goteros (LATERAL)

Entonces:

1 planta tiene 5 goteros → MR= 30m<sup>2</sup>

1 gotero → MR= 3m entre goteros

→ 1 gotero x 30 = 5 x 3m entre goteros

Distancia entre goteros = 2m

- **Dimensionamiento de Tuberías:**

El diseño de la tubería principal enterrada y el cálculo del diámetro, va a partir del máximo caudal que se espera circule en su interior, todo ello con respecto a las necesidades de la instalación:

- N° de plantaciones a regar = 333 plantas
- Caudal de riego por plantación = 8 l/h
- Caudal total necesario = 2664 l/h = (7.4 x 10<sup>-4</sup>m<sup>3</sup>/s)

Como criterio se sugiere que las tuberías termoplásticas la velocidad del flujo del agua debe estar entre 0.5 a 3.5 m/s. Velocidad mayores a 3.5 m/s provocaron problemas en las paredes interiores que van afectar la durabilidad de la tubería y velocidad menor a 0.5m/s pueden ocasionar problemas de sedimentación debido a que no hay velocidad de movimiento del agua.

La expresión que une la velocidad del agua (V) por el interior de la tubería con el caudal (Q) es:  $Q=V.A$


$$V = \frac{Q}{A} = \frac{(Q \cdot 4)}{(\pi \times D^2)}$$

$$V = \frac{4(74 \times 10^{-4})}{\pi \times 0.029^2}$$

$$V = 1.12 \text{ m/s}$$

Tabla 01

*Resumen de datos según tipo de tubería principal a utilizar*

	<b>Tipo</b>	<b>Presión</b>	<b>Diámetro nominal</b>	<b>Espesor</b>	<b>Metros/bobina</b>
	PE-32	10 atm	40mm	29mm	100 m/bobina

En la tabla 01 se muestra los datos de las dimensiones de la tubería principal.

\*El factor fricción es un parámetro adimensional y depende del número de Reynolds (Re).

$$Re = \frac{P \times V \times D}{u} \quad \text{o} \quad Re = \frac{V \times D}{g}$$

P = Densidad del fluido del agua (kg/m<sup>3</sup>)

V = Velocidad del agua en el interior de la tubería (m/s)

D = Diámetro interior de la tubería (m)

u = Viscosidad dinámica del agua (kg/m.s)

g = Viscosidad cinemática del agua (m<sup>2</sup>/s)

**Figura. N° 06. Valores de la Viscosidad y Densidad del Agua.**

	Densidad	Viscosidad absoluta	Viscosidad cinemática
Temperatura	$\rho$	$\mu$	$\vartheta$
°C	kg/m <sup>3</sup>	kg/m·s	m <sup>2</sup> /s
0	999,9	1,792·10 <sup>-3</sup>	1,792·10 <sup>-6</sup>
5	1000,0	1,519·10 <sup>-3</sup>	1,519·10 <sup>-6</sup>
10	999,7	1,308·10 <sup>-3</sup>	1,308·10 <sup>-6</sup>
20	998,2	1,005·10 <sup>-3</sup>	1,007·10 <sup>-6</sup>
40	992,2	0,656·10 <sup>-3</sup>	0,661·10 <sup>-6</sup>
60	983,2	0,469·10 <sup>-3</sup>	0,477·10 <sup>-6</sup>
80	971,8	0,357·10 <sup>-3</sup>	0,367·10 <sup>-6</sup>
100	958,4	0,284·10 <sup>-3</sup>	0,296·10 <sup>-6</sup>

**Fuente: Propiedades de los Fluidos, Shames I. H.**

Para el cómputo de una instalación de riego, tomamos una temperatura de 20°C, cuyo valor de viscosidad cinemática según figura anterior sería 1,007x 10<sup>-6</sup>m<sup>2</sup>/s.

Por otro lado, se tuvo que calcular la rugosidad absoluta del material del que está fabricada la tubería.



**Figura. N° 07. Rugosidades Absolutas de Materiales.**

RUGOSIDAD ABSOLUTA DE MATERIALES				
Material	$\epsilon$ (mm)		Material	$\epsilon$ (mm)
Plástico (PE, PVC)	0,0015		Fundición asfaltada	0,06-0,18
Poliéster reforzado con fibra de vidrio	0,01		Fundición	0,12-0,60
Tubos estirados de acero	0,0024		Acero comercial y soldado	0,03-0,09
Tubos de latón o cobre	0,0015		Hierro forjado	0,03-0,09
Fundición revestida de cemento	0,0024		Hierro galvanizado	0,06-0,24
Fundición con revestimiento bituminoso	0,0024		Madera	0,18-0,90
Fundición centrifugada	0,003		Hormigón	0,3-3,0

**Fuente: Según Manning.**

Para este diseño se utilizó tuberías de polietileno, siendo la rugosidad absoluta  $E=0.0015\text{mm}$ .

**- Datos Obtenidos para Tubería Principal:**

- Diámetro Nominal,  $DN = 40\text{mm}$  (VER TABLA 01)
- Diámetro Interior,  $D_i = 29\text{mm} = 0.029\text{m}$
- Longitud del tramo,  $L = 120\text{m}$ , considerando que el terreno tiene  $130\text{m}$  de largo.
- Velocidad del agua,  $V = 1.12\text{m/s}$
- Rugosidad absoluta de la tubería,  $E = 0.0015\text{m}$
- Rugosidad relativa ( $E_r = E/D_i$ ) =  $0.00052$
- $\nu$ , viscosidad cinemática del agua a  $20^\circ\text{C} = 1,007 \times 10^{-6} \text{m}^2/\text{s}$

**- Cálculos:**

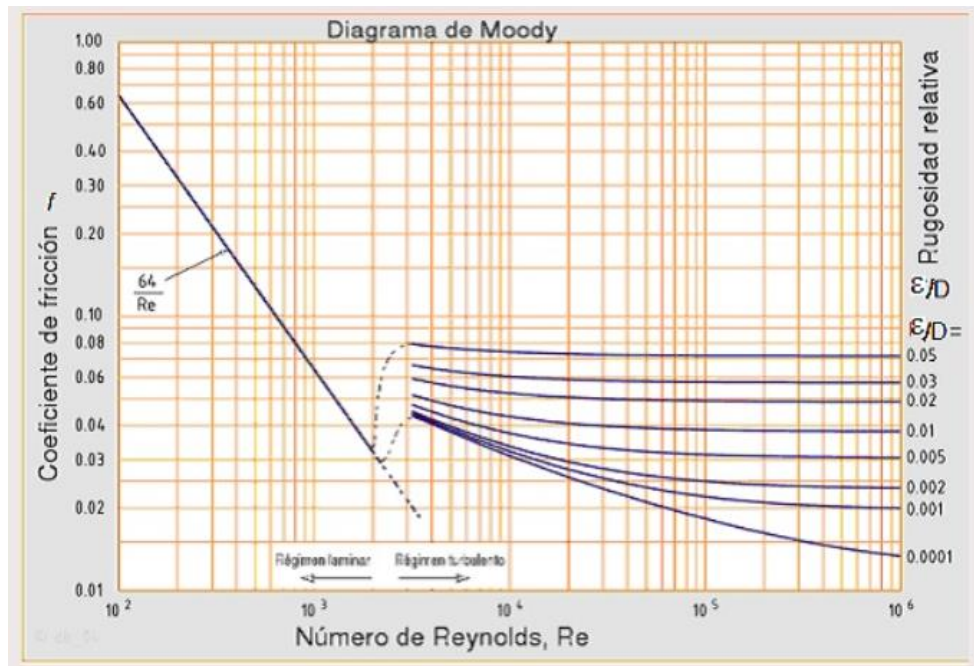
▪ **Número de Reynolds:**

$$Re = \frac{V \cdot D}{\nu} = \frac{1.12\text{m/s} \times 0.029\text{m}}{1.007 \times 10^{-6}}$$

$$Re = 32254$$

- **Coefficiente de Fricción:**

**Figura. N° 08. Diagrama de Moody.**



**Fuente: Mecánica de Fluidos.**

Según Figura. N° 08 se calcula el coeficiente de fricción, siendo:

$$f = 0.027$$

- **Pérdida de Carga:**

$$\Delta P = f \times \frac{L}{D} \times \frac{V^2}{2 \times g} = 0.027 \times \frac{120}{0.029} \times \frac{1.12^2}{2 \times 9.81}$$

$$\Delta P = 7.14m$$

- **Datos obtenidos para ramales y porta goteros:**

- Diámetro nominal, DN = 16mm
- Diámetro interior, Di = 13,6mm (VER TABLA 01)
- Longitud del tramo, L = 30m (Ancho del terreno es 77m)
- Velocidad del agua, V= 0.15m/s
- Rugosidad absoluta de la tubería, E = 0.0015m (ver Figura. N°07).
- Rugosidad relativa (Er = E/Di) = 0.0011
- g, viscosidad cinemática del agua a 20°C = 1,007x10<sup>-6</sup>m<sup>2</sup>/s (ver Figura. N° 06)

- **Cálculos:**

▪ **Número de Reynolds:**

$$Re = \frac{V.D}{g} = \frac{0.15m/s \times 0.0136m}{1.007 \times 10^{-6} m^2/s}$$

$$Re = 2026$$

▪ **Coefficiente de fricción:**

En este caso como el número de Reynaldo es bajo se calcula aplicando la fórmula de Poiseuille:

$$f = \frac{64}{Re} = 0.032$$

▪ **Pérdida de carga:**

$$\Delta P = f \times \frac{L}{D} \times \frac{V^2}{2 \times g} = 0.032 \times \frac{30}{0.0136} \times \frac{0.15^2}{2 \times 9.81}$$

$$\Delta P = 0.081m$$

➤ **Tubería que va desde el afluente de la laguna de oxidación hasta la bomba centrífuga.**

- Caudal total necesario = 2664 l/h =  $7.4 \times 10^{-4} \text{m}^3/\text{s}$
- Diámetro = 0.029m

Entonces:

$$Q = V \cdot A$$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{4Q}{\pi D^2}$$

$$V = \frac{4(7.4 \times 10^{-4})}{\pi \times 0.029^2}$$

$$V = 1.12 \text{m/s}$$

- **Datos obtenidos para la tubería que va desde el afluente de la laguna de oxidación hasta la bomba centrífuga:**

- Diámetro Interior,  $D_i = 29 \text{mm} = 0.029 \text{m}$
- Longitud del tramo,  $L = 120 \text{m}$ , considerando la distancia de la bomba al afluente de la laguna es 120m.
- Velocidad del agua,  $V = 1.12 \text{m/s}$
- Rugosidad absoluta de la tubería,  $E = 0.0015 \text{m}$
- Rugosidad relativa ( $E_r = E/D_i$ ) = 0.00052
- $\nu$ , viscosidad cinemática del agua a  $20^\circ\text{C} = 1,007 \times 10^{-6} \text{m}^2/\text{s}$

\*Según Figura. 08 el coeficiente de fricción será:

$$f = 0.027$$

▪ **Pérdida de Carga:**

$$\Delta P = f \times \frac{L}{D} \times \frac{V^2}{2 \times g} = 0.027 \times \frac{120}{0.029} \times \frac{1.12^2}{2 \times 9.81}$$

$$\Delta P = 7.14 \text{m}$$

Por lo tanto, la pérdida total de la instalación es:

$$\Delta P \text{ Total} = 7.14\text{m} + 0.081\text{m} + 7.14\text{m}$$

$$\Delta P \text{ Total} = 14.361\text{m}$$

**Sistema de bombeo:** Para el funcionamiento del método de riego, se propone una Bomba centrífuga ya que contamos con una fuente superficial que es la laguna de oxidación de Chulucanas de caudal 25 l/s a 120m y Motor Weg 25HP-60Hz.

- **PORCENTAJE DE AGUA A UTILIZAR:**

$$27,664 \text{ m}^3 \longrightarrow 2.76 \text{ Ha}$$

$$X \longrightarrow 1 \text{ Ha}$$

$$X = 10,001.44 \text{ m}^3$$

Entonces:

$$27,664 \text{ m}^3 \longrightarrow 100\%$$

$$10,001.44 \longrightarrow X$$

$$X = 36.2\%$$

El porcentaje a utilizar para 1 Ha es 36.2%. Cabe recalcar que este diseño puede variar y se puede adaptar al área de riego en uso, lo cual va a aumentar el porcentaje de volumen a utilizar.

#### 4.2. CARACTERISTICAS FISICAS DE LAS ETAPAS DE LA LAGUNA DE OXIDACIÓN

Para el segundo objetivo específico se identificó las características físicas en cada etapa de la laguna de oxidación, mediante la técnica de observación directa y el instrumento a utilizar fue una grabación de una conversación dada en una visita de campo.

En donde se redacta lo siguiente:

- De la laguna Anaerobia: cada laguna tiene 35m de ancho y 62m de largo, con una profundidad de 4m; los taludes presentan un empedrado; los lados y el fondo se encuentran impermeabilizados con suelo arcilloso. Un caudal de diseño de 25 l/s en la entrada y salida de la laguna. Un periodo de detención de 22 días y una carga orgánica de 1067 kg/día por laguna.

**Figura. N° 09: Laguna Anaerobia**



**Fuente: Laguna de Oxidación de Chulucanas.**

- De la laguna Facultativa: cada laguna tiene 62 m. de ancho y 303 m. de largo, con una profundidad de 4 metros. El fondo y los lados impermeabilizados con suelo arcilloso, con un caudal de diseño de 25 l/s. Periodo de conservación de 15.2 días.

**Figura. N° 10: Laguna Facultativa**



**Fuente: Laguna de Oxidación de Chulucanas.**

- De las lagunas de Maduración: de las cuatro, dos son primarias y dos son secundarias, miden 38 metros de ancho y 182 metros de largo. Caudal de diseño de 25 l/s cada una y presenta un periodo de retención de 4.7 días, con una carga orgánica de 105 kg/día y DBO de 11.2 mg/l en el afluente.

**Figura. N° 11: Laguna de Maduración**



**Fuente: Laguna de Oxidación de Chulucanas.**

#### 4.3. CULTIVO DEL MANGO

Para el tercer objetivo específico se realizó una recopilación de información, obteniendo como resultado:

Tabla 02

*Uso de agua residual tratada en plantación de mango.*

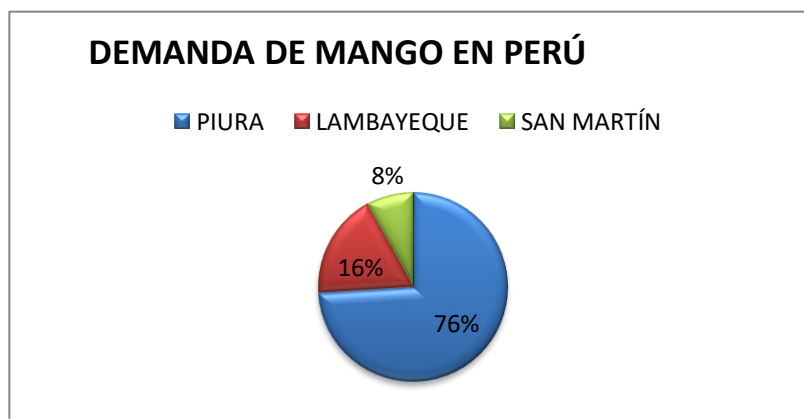
Razones	Ventajas
Planta de tallo alto	La fruta no tiene contacto directo con el agua residual.
La demanda	Las parcelas aledañas en su mayoría cuentan con plantaciones de mango.
Reducción de la contaminación	El agua afluyente de la laguna pasa de ser un contaminante del río Piura a ser reutilizada en riego del sembrío.

En la tabla 02 se muestra los resultados de la evaluación del tipo de sembrío que se beneficiará en el riego con el uso de las aguas residuales tratadas.

##### 4.3.1. DEMANDA:

Durante el censo 2016-2017 se describieron un total de 29,833 ha en las que se cultivaba mango, de las cuales un 76% correspondían a la ciudad de Piura, un 16% a la ciudad de Lambayeque y un 8% a la ciudad de San Martín.

**Gráfico. N° 01 Demanda de Mango en Perú en 2016-2017**

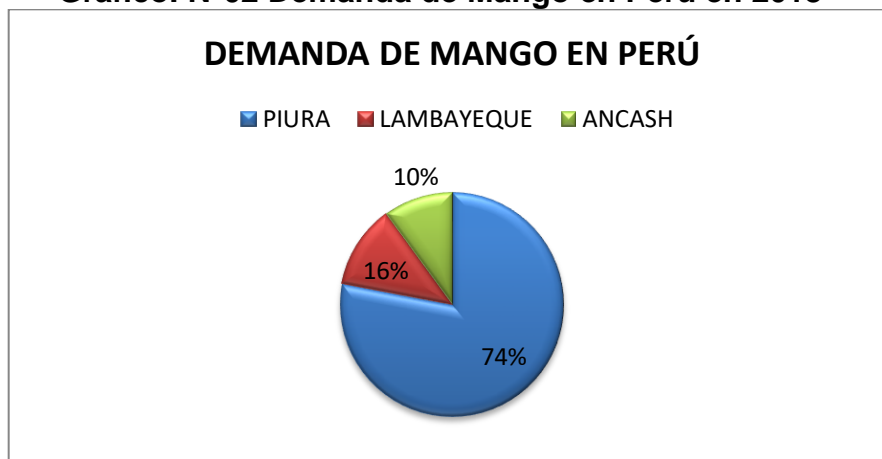


Fuente: Elaboración Propia



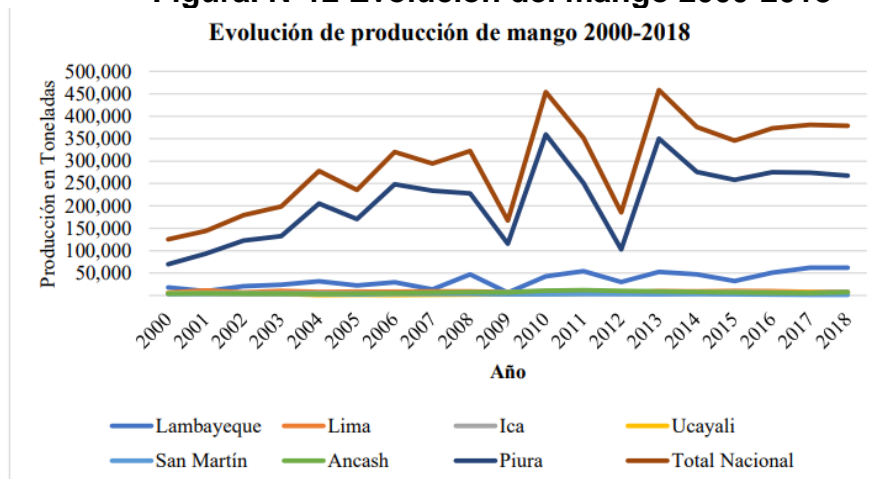
Durante el censo de 2018 se relataron un total de 32,648 ha y de las cuales un 74% pertenecían a la ciudad de Piura, habiendo un crecimiento en el terreno que se dedicaba al cultivo de mango y siendo Piura la primordial ciudad donde se creó este crecimiento de siembra.

**Gráfico. N°02 Demanda de Mango en Perú en 2018**



**Fuente: Elaboración Propia.**

**Figura. N°12 Evolución del mango 2000-2018**



**Fuente: MINAGRI (2020)**

Una vez obtenidos nuestros resultados de cada objetivo, se resume que nuestro diseño de riego tecnificado por goteo se adapta a la reutilización de aguas residuales tratadas por la laguna de oxidación del Distrito de Chulucanas, llevando el afluente mediante tubería cuyo diseño fue especificado anteriormente. Para que este sistema entre en funcionamiento se considerará tener en cuenta la instalación de una bomba centrífuga que va a tomar el agua de la laguna e impulsar la misma agua hacia la línea o tubería principal.

#### 4.4. ANÁLISIS DEL AGUA:

Para el objetivo general que es determinar la evaluación del agua tratada por la laguna de oxidación para su reutilización en el riego de los sembríos, se llevó a cabo un análisis bioquímico en un laboratorio certificado, el cual nos detalla los resultados del análisis.

Tabla 03

*Resultados del Análisis del agua afluente de la Laguna de Oxidación.*

<b>Ensayo</b>	<b>Resultado</b>	<b>Admisible DIGESA PARA RIEGO</b>
DBO (mg/l)	15.00	15.00
OXÍGENO DISUELTO (mg/l)	8.4	7.5 – 9.0
MATERIA ORGÁNICA (ppm)	3.25	20.00
ESCHERICHIA COLI (mg/l)	85.00	100.00
SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS (ppm)	360.00	1000.00
CONDUCTIVIDAD (Ms/cm)	108.00	2000.00
DUREZA DE CALCIO (CaCO <sub>3</sub> ) ppm	77.00	200.00
DUREZA MAGNESIO (CaMgO <sub>3</sub> ) ppm	44.00	150.00
SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN (ppm)	52.00	300.00
pH	7.8	6.5 – 8.5

En la tabla 03 se muestra los resultados del análisis del agua, elaborado en un laboratorio, con la finalidad de comparar y verificar si dichos parámetros se encuentran dentro del rango que debe cumplir el agua para su uso en riego de sembríos.

Con los resultados se determina que estas aguas son aptas para su reutilización en riego de sembríos, siendo su uso más conveniente en plantaciones de tallo alto, debido a que el agua no va a tener un contacto directo con el fruto, y a la vez se esbozó un sistema de riego tecnificado por goteo subterráneo por la misma razón. Obteniendo de ello que es una alternativa viable para la reutilización de agua aminorando el consumo de agua potable en riego y el impacto ambiental que genera al ser actualmente vertidas en el Río Piura.

## V. DISCUSIÓN

Inmediatamente después de haber expuesto el estudio de los resultados, se continua con la comparación de los resultados logrados en la presente investigación con respecto a los trabajos antepuestos y teorías relacionadas al tema, elaborados con anterioridad, siendo estimados siguiendo un orden en relación a los objetivos determinados.

En esta investigación, como primer objetivo se identificó y diseñó un riego tecnificado por goteo subterráneo, el cual se adapta a nuestras condiciones in situ, para ello, en primer lugar se realizó un diseño agronómico con la finalidad de obtener un marco de plantación siendo 30m<sup>2</sup> lo cual resulta una densidad de 333 plantas/ha; con 5 emisores por planta y un tiempo de riego de 4 horas al día. Posteriormente se realizó un diseño hidráulico, obteniendo un caudal de 3.11l/s, una distancia entre goteros de 3m y un dimensionamiento de la tubería principal con sus respectivos ramales, con ello también el cómputo de la pérdida de carga en dichos tramos; esto se coteja con el trabajo de investigación de (BLAS Ferrel, y otros, 2017), cuyo diseño fue dado para el riego del palto has variando en el marco de plantación el cual fue 20m<sup>2</sup>, abarcando un tiempo de riego de 6 horas al día, 24 emisores por planta y un caudal de 7.95 l/s. pareciéndose mucho a los cálculos de la presente investigación con la diferencia en que nuestro diseño está adaptado para el sembrío de mango y reutilizando aguas residuales. Nuestro diseño se adapta a las condiciones y necesidades actuales, contando con 1ha de parcela, es por ello que se acopló a estos recursos, considerando que se puede ampliar el dimensionamiento si es necesario, concluyendo que a medida que el área de riego sea mayor se aprovechará un mayor porcentaje de aguas servidas, generando cada vez un menor impacto ambiental.

Para el segundo objetivo específico se identifica en cada etapa, las características físicas de la laguna de oxidación, donde se detalla que son 3 procesos de tratamiento, primero pasa por un proceso anaerobio posteriormente al proceso de laguna facultativa con dos lagunas de 62m de ancho cada una y 303m de largo teniendo un área de 18,786 m<sup>2</sup> con una profundidad de 4m talud empedrado y los fondos con lados impermeabilizados con suelo arcilloso, con caudal de diseño de 25 l/s, con un periodo de retención hidráulica de 15.2 días y una carga orgánica

de 1,067 kg/día por laguna, estos resultados en contraste con la investigación de (LOAIZA Cruz, y otros, 2019), “mediante su cálculo obtuvo como datos de la laguna facultativa que presenta 3,140 m<sup>2</sup> hallando un caudal de diseño de 7.59 l/s, con una retención hidráulica de 19.16 días, cumpliendo ambas con los parámetros del manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento”. Por último el proceso pasa por las lagunas de maduración cuyas dimensiones son 38m de ancho y 182m de largo, siendo un área de 6,916 m<sup>2</sup>, un caudal de 25 l/s, cada una presenta un periodo de conservación hidráulica de 4.7 días y un DBO de 11.2 mg/l en el afluente; mientras que (LOAIZA Cruz, y otros, 2019) “presenta dimensiones de 53.6 de largo y 28.6 de ancho, con una profundidad de 1.5m teniendo un área de 1,532.96 m<sup>2</sup>, un tiempo de retención de 5 días y un caudal de diseño de 29.16 l/s”. En ambos proyectos se obtuvieron resultados con diferencias mínimas debido a que los cálculos y dimensionamientos de cada laguna depende de la cantidad de habitantes en la localidad. Cabe tener en cuenta que una laguna de oxidación debe tener una adecuada operacionalización y mantenimiento, adaptándose a cada proceso ya sea anaerobio, aerobio, facultativo o de maduración, todo ello para su correcto funcionamiento en el tratamiento de aguas residuales.

En el tercer objetivo se tiene que el sembrío que más se adecúa a la reutilización de estas aguas servidas de la laguna de oxidación de Chulucanas, es el mango, ya que dentro del distrito presenta una gran demanda y a nivel nacional nuestra región abarca el mayor porcentaje de sembrío siendo un 74% a diferencia de Lambayeque y San Martín con un 16% y 10% respectivamente. Para (ORTIZ Gauthier, 2021) la demanda del mango ha tenido un crecimiento progresivo alcanzando unos 350,000 toneladas, siendo destinados un gran porcentaje a la exportación; en su investigación reporta un análisis de la obtención de mango en Perú siendo similar a nuestra investigación en donde el resalta que en el 2007-2008 se contó con un total de 22,326 ha de los cuales 74% pertenece a Piura, un 18% a Lambayeque y un 8% a la ciudad de Ancash; durante el censo del 2012 se contó un total de 27,193 ha en el cual un 78% perteneció a Piura, lo cual demarca un aumento de área en el cultivo de mango.

Cabe recalcar que nuestra investigación toma en cuenta la plantación de mango debido a que cumple con las características más resaltantes del tipo de riego tecnificado a utilizar, siendo lo primordial que es una planta de tallo alto lo cual es beneficioso al no tener un contacto directo del fruto con el agua y es ahí que se puede hacer el rehúso de aguas servidas.

Para el objetivo general se realizó un estudio del agua tratada por la laguna de oxidación del distrito de Chulucanas con la finalidad de determinar si estas aguas pueden ser reutilizadas para el riego de sembríos y a la vez teniendo en cuenta los parámetros según DIGESA. Según dicho análisis estas aguas presentan una DBO de 15mg/l, un total de 8.4mg/l de oxígeno disuelto, 3.25 ppm de materia orgánica, 85 mg/l de escherichia coli, 360 ppm de solidos totales disueltos, una conductividad de 108 mS/cm, 52 ppm de sólidos en suspensión y un pH de 7.8; en comparación con los resultados de la investigación de (GONZALEZ Jimenez, y otros, 2019), en donde concluye “que los efluentes descargados del actual sistema donde se trata las aguas residuales del cantón Santa Rosa, según los análisis bacteriológicos realizados presentan microorganismos patógenos tales como coliformes totales, coliformes fecales y escherichia coli, siendo sus resultados superiores al nuestro en 1000 ppm de coliformes totales y 198.63 veces más de escherichia coli. Se puede deducir que todo ello depende del tratamiento que se les da a las aguas residuales para aminorar las cargas bacterianas y posteriormente pueda ser reutilizable”.

## VI. CONCLUSIONES

- Se diseñó un método de riego tecnificado por goteo subterráneo partiendo por un diseño agronómico el cual cumple y se adapta con los parámetros del Ministerio de Agricultura y Riego para un sembrío de mango, hallando la cantidad de emisores por planta que dio como resultado 5, así como también la separación entre ramales y el tiempo de riego que fue 4 horas al día con un caudal ficticio de  $4.49 \text{ l/m}^2$ . El diseño agronómico nos sirvió para posteriormente realizar un diseño hidráulico ya que complementó, y a raíz de ello se calculó el caudal de diseño de  $3.11 \text{ l/s}$  y el dimensionamiento de las tuberías tanto de la principal como la de los ramales de  $29\text{mm}$  y  $13.6\text{mm}$  respectivamente. Finalmente se halló la pérdida de carga en cada tramo, dando como resultado total  $14.36\text{m}$  a lo largo de la trayectoria de tubería.
- Se identificó el proceso donde se trata las laguna de oxidación de Chulucanas, el cual presenta 3 procesos iniciando con dos lagunas anaerobias cuyas características son de  $35\text{m}$  de ancho,  $62\text{m}$  de largo, profundidad de  $4\text{m}$ , con taludes empedrados, un periodo de retención de 22 días y una carga orgánica de  $1,067 \text{ kg/día}$  en cada laguna; continuando con el proceso de tratamiento se llega a las lagunas facultativas, las cuales miden  $62\text{m}$  de ancho ,  $303\text{m}$  de largo, profundidad  $4\text{m}$ , la cual esta impermeabilizada con suelo arcilloso en el fondo y los lados, con un caudal de diseño de  $25 \text{ l/s}$  y un periodo de retención de 15.2 días; por ultimo pasa por un tratamiento de dos fases en las lagunas de maduración, empezando por las de maduración primaria y terminando en las secundarias con las siguientes características de un ancho de  $38\text{m}$ , un largo de  $182\text{m}$ , un periodo de retención de 4.7 días, una carga orgánica de  $105 \text{ kg/día}$  y un DBO de  $11.2 \text{ mg/l}$  cada una.
- Se evaluó el tipo de sembrío que mejor se adapta a los recursos y a las condiciones de la zona, realizando una recopilación de información la cual demostró la demanda del mango a nivel nacional y en nuestra

región, lo cual, mediante censos realizados en el sector agrícola, concluyen que la región Piura tiene un 78% de producción de mango ocupando el primer lugar a nivel nacional. De esta forma se acopló nuestro diseño para este sembrío y también porque al reutilizar las aguas servidas de la laguna de oxidación, no van a tener un contacto directo con el fruto debido a que presenta un tallo alto.

- Como conclusión general, se realizó un análisis de agua al afluente de la laguna de maduración, obteniendo como resultado 15 mg/l de DBO (Demanda Biológica de Oxígeno), 8.4 mg/l de Oxígeno Disuelto, 3.25 ppm de Materia Orgánica, 85 mg/l de Escherichia coli, 360 ppm de Sólidos totales disueltos, 108 mS/cm de conductividad, 52 ppm de Sólidos en Suspensión y 7.8 de pH; los cuales se encuentran dentro del rango admisible de DIGESA para su uso en riego, llegando a la conclusión estas aguas son aptas para su reutilización en el riego de sembríos.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- La implementación de la reutilización de aguas servidas para el riego, contribuyendo a la preservación del recurso hídrico, por lo cual debemos seguir investigando e informando a toda la población acerca de su beneficioso.
- Incentivar a realizar estos modelos de proyecto, para la reducción el consumo de agua potable, además de reducir la contaminación de los ríos aledaños los cuales son los principales desfuegos de las lagunas de oxidación.
- Se recomienda la aplicación de sistemas donde se trata las aguas residuales, con nuevos procesos tanto físicos como químicos, investigando con proyectos de otros países.
- Realizar la verificación de tus instrumentos, sobre todo los certificados de los laboratorios



## REFERENCIAS

**AGUILAR Cosillo, Mario Victor. 2018.** *IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA INTEGRAL DONDE SE TRATA EL AGUAS RESIDUALES; DISTRITO DE HUARI-HUARI-ANCASH.* LIMA : s.n., 2018.

**AMARILDO , Estela. 2016.** "AGUAS RESIDUALES EN EL PERÚ, PROBLEMÁTICA Y USO EN LA AGRICULTURA". PERÚ : s.n., 2016.

**ANCAJIMA, IVAN VLADIMIR RAMOS. 2019.** *PROPUESTA DE REDISEÑO DE LA PLANTA DONDE SE TRATA EL AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS DE LA EMPRESA JOSCANASAC, PARA SU REUSO EN AREAS VERDES.* PIURA : UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA, 2019.

**BEHAR, DANIELS. 2008.** *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION .* s.l. : SHALOM, 2008. 9789592127837.

**BLAS Ferrel, Rixi Smith y MARTELL Reyes, Oscar Francisco. 2017.** *DISEÑO HIDRÁULICO DE UN SISTEMA DE RIEGO TECNIFICADO POR GOTEO PARA PRODUCTOS ORGÁNICOS EN LA LOCALIDAD DE CONACHE, DISTRITO DE LAREDO.* Trujillo : s.n., 2017.

*CALIDAD BIOLOGICA DE AGUAS RESIDUALES UTILIZADAS PARA RIEGO DE CULTIVOS FORRAJEROS EN TULANCINGO, HIDALGO, MEXICO.* **ELISABETH, ACOSTA, y otros. 2014.** 2014, RCHSCFA, pág. 05.

**CASTELLANOS Morales, Juan Carlos Junior y MAMANI Capira, Elser. 2020.** *OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DONDE SE TRATA EL AGUAS RESIDUALES POR LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN/ESTABILIZACIÓN DEL SECTOR MUKURAYA, PROVINCIA DE MOCHO, REGIÓN PUNO.* AREQUIPA : s.n., 2020.

**CASTIBLANCO Molina, Paula Dayana y HURTADO Ochoa, Laura Viviana. 2018.** *ALTERNATIVAS DE OPTIMIZACIÓN TÉCNICO-ECONÓMICAS SOBRE EL TREN DE TRATAMIENTO FÍSICO-BIOLÓGICO, SEDIMENTADOR PRIMARIO Y LAGUNAS DE OXIDACIÓN EN LA PTAR SOTAQUIRÁ-BOYOCA.* SOTAQUIRÁ-BOYOCA : s.n., 2018.

**CASTILLO PARRA, Byron. 2017.** *Estabilización de Suelos Arcillosos de Macas con Valores de CBR menores al 5% y Límites Líquidos superiores al 100%, para utilizarlos como Subrasantes en Carreteras.* Ecuador : Universidad de Cuenca, 2017.

**CISNEROS Estrada, y otros. 2018.** *MÉTODOS DE RIEGO Y PRÁCTICAS DE MANEJO DEL CULTIVO PARA EL USO DE LAS AGUAS RESIDUALES TRADAS EN LA AGRICULTURA EN MÉXICO.* Mexico : s.n., 2018. pág. 8.

**DIAZ ORTIZ, JAIME ERNESTO. 2006.** *RIEGO POR GRAVEDAD .* CALI-COLOMBIA : UNIVERDAD DEL VALLE, 2006.

**DIOSES Noblecilla, Fernando y ZAPATA Seminario, Raul. 2017.** “*SISTEMA DE RIEGO TECNIFICADO POR GOTEO PARA CULTIVO DE QUINUA, FINANCIADO POR FONDO CONTRAVALOR PERU-FRANCIA ; EN EL DISTRITOTAURIPAMPA, PROVINCIA YAUYOS.LIMA. 2017*”. TRUJILLO : s.n., 2017.

**Dioses, Noblecilla y Seminario, Zapata. 2017.** *Sistema de riego tecnificado por goteo para cultivo de quinua, financiado por Fondo Contravalor Perú-Francia; en el distrito Tauripampa, provincia Yauyos.* LIMA : Universidad Privada Antenor Orrego, 2017.

**Escobar, María Camila, Tovar, Luis Felipe y Romero Cuéllar, Jonathan. 2016.** *DISEÑO DE UN SISTEMA EXPERTO PARA REUTILIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES TRATADAS.* 2016. pág. 14.

**FERNANDEZ Collado, Carlos y BAPTISTA Lucio, Pilar. 2014.** *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION.* MEXICO : s.n., 2014.

**Fernando, Macea-Mercado Luis, y otros. 2015.** *Un sistema de gestión de pavimentos basado en nuevas tecnologías.* Colombia : Universidad del Norte, 2015. 1405-7743 FI-UNAM.

**FERRER POLO, JOSE, SECO TORRENCILLAS, AURORA y ROBLKES MAFRTINEZ, ANGEL. 2018.** *Tratamientos biológicos de aguas residuales.* VALENCIA : UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA, 2018.

**GAONA Loya, Carlo André y FUENTES Pérez, Claudia Jackeline. 2020.** *PROPUESTA DE SISTEMA DE RIEGO TECNIFICADO CON REUTILIZACION DE AGUAS RESIDUALES PARA LA PROTECCION AMBIENTAL EN HORACIO ZEBALLOS-AREQUIPA.* TRUJILLO : s.n., 2020.

**GAVILANES BAYAS, Erick Giovanny. 2015.** *Estabilización y Mejoramiento de Sub-Rasante Mediante Cal Y Cemento Para Una Obra Vial en el Sector de Santos Pamba Barrio Colinas del Sur.* Quito : UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR, 2015.

**GÓMEZ Apac, Hugo Ramiro, MATUTE Mejía, Genaro Lino y ORTIZ Jahn, César Paúl. 2017.** *Aguas Residuales.* Lima : s.n., 2017. pág. 16.

**GONZALEZ Jimenez, Karina Elisabeth y LEON Wong Vite, Amy Mayte. 2019.** *diagnostico ambiental bacteriologico del fluente proveniente del sistema donde se trata el I cantón santa rosa y plantamiento de medidas preventivas.* Machala : s.n., 2019.

**GRAU, EPS. 2016.** *PLANTA DONDE SE TRATA EL AGUAS RESIDUALES, DISTRITO DE CHULUCANAS.* Chulucanas - Piura. : s.n., 2016.

**HENZE, Mogens, y otros. 2018.** *Biological wastewater treatment.* Cambridge : IWA Publishing, 2018.

**JACINTO Domínguez, Giovanna Paola. 2019.** *Diseño de riego por goteo para conducir 19.34 has de mango Kent(Mangífera indica L.) en el fundo M & B S.A.C distrito Buena Vista Alta, provincia Casma, región Ancash.* Trujillo : s.n., 2019.

**LEYDI, ESTEFANI CAJALEÓN CHUQUIAYARI. 2019.** *DETERMINACION DE LOSMPARAMETROS FISICOQUIMICO Y MICROBIOLOGICO DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA LAGUNA MANCAPOZO, PARA CONSUMO HUMANO, LA ESPERANZA, AMARILIS- HUANUCO.* HUÁNUCO : s.n., 2019.

**LOAIZA Cruz, Fátima Natalí y MARTILLO Vera, Jorge Arturo. 2019.** *DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DONDE SE TRATA EL AGUAS RESIDUALES MEDIANTE LAGUNAS DE OXIDACIÓN*

DE LA PARROQUIA ATAHUALPA, UBICADA EN EL CANTÓN SANTA ELENA. GUAYAQUIL - ECUADOR : UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL, 2019.

**LOARTE, Khira Muriel Mota. 2017.** *Evaluación del Sistema donde se trata el Aguas Residuales de las Lagunas de Oxidación de la Ciudad de Casma- 2017*". NUEVO CHIMBOTE - PERÚ : UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO, 2017.

**LÓPEZ Mestanza, Enrique. 2018.** *MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DONDE SE TRATA EL AGUAS RESIDUALES EN EL DISTRITO EL ALTO, TALARA PIURA.* Chiclayo : UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO, 2018.

**LOPEZ PERES, ROJAS. 2018.** *Deterioro del Medio Ambiente y Sistema de Riego Tecnificado para su Proteccion, en Villa la Campiña, Distrito de Ate, Provincia Lima.* Repositorio Institucional - UPLA. LIMA : s.n., 2018.

**MACIAS Carrillo, Kathy Shanel. 2019.** *EVALUACIÓN EX POST DE LOS IMPACTOS SOCIO-AMBIENTALES DE LA LAGUNA DE OXIDACIÓN DE LA CIUDAD DE PORTOVIEJO.* JIPIJAPA - MANABÍ - ECUADOR : s.n., 2019.

**MAMANI Yapurasi, Yhony. 2017.** *EVALUACIÓN DE LA OPERATIVIDAD Y REDISEÑO DE LA LAGUNA DE ESTABILIZACIÓN DEL DISTRITO DE ILAVE, PROVINCIA DE EL COLLAO*". PUNO : UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO, PUNO, 2017.

*MANUAL DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO BÁSICO.* **COMISION NACIONAL DEL AGUA. 2015.** México : s.n., 2015.

**MARTINEZ Mediano, Catalina y GONZALEZ Galán, Arturo. 2014.** *TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOGIDA Y ANÁLISIS DE DATOS.* MADRID : UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN A DISTANCIA, 2014.

**MEDINA MANCHEGO, MARCO. 2018.** *Evaluación y rediseño del sistema donde se trata el aguas residuales de las Lagunas de estabilización del sector 'Río Seco', Distrito de la Joya, Provincia de Arequipa.* AFREQUIPA : Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2018.

**MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO. 2021.** PLANTAS DONDE SE TRATA EL AGUAS RESIDUALES. NORMA OS.090. Perú : s.n., 2021.

**MONTESINOS Sanchez, May-ko Gonzalo. 2014.** *EVALUACIÓN DE LOS FACTORES FÍSICOS QUÍMICOS Y BACTERIOLÓGICOS DE LA LAGUNA DE OXIDACIÓN EN SANTALUCIA- PROVINCIA DEL GUAYAS.* Guayaquil, Ecuador : UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL, 2014.

**MUÑOZ Cedeño, Dayanne María. 2020.** *Environmental impact of the sewage treatment lagoons. San José hills sector. Rocafuerte city.* Ecuador : Universidad Técnica de Manabí, 2020.

**MUÑOZ, Dayanne María. 2016.** *Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo.* América Latina : s.n., 2016. pág. pg. 10.

**NAVARRO Torres, María Guadalupe. 2016.** *Investigación básica y Aplicada.* Matehuala : Instituto Tecnológico de Matehuala, 2016.

**NORMA OS.090. 2020.** *PLANTA DONDE SE TRATA EL AGUAS RESIDUALES.* PERÚ : REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES, 2020.

**ORTIZ Gauthier, Rodrigo. 2021.** *ANÁLISIS INTERNO Y EXTERNO DEL SECTOR INDUSTRIAL DEL MANGO EN LA REGIÓN PIURA.* Piura : s.n., 2021.

**PALELLA, STRACUZZI, SANTA, MARIA PESTAÑA y FELIBEERTO. 2012.** *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN.* CARACAS : FEDUPEL, 2012. 9802734454.

*PROYECTO DE FORESTACION DE 21 HAS CON AGUAS RESIDUALES MEDIANTE RIEGO TECNIFICADO Y SU IMPACTO AMBIENTAL EN EL SECTOR-HUANCHACO, LA LIBERTAD.* **Dias tirado, miguel y Infates marquina, jenny. 2014.** trujillo : s.n., 2014.

**QUIÑONEZ, Simeón. 2020.** *EVALUACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS COLIFORMES Y PRESENCIA DE CADMIO Y PLOMO EN UN SISTEMA EXPERTO DE INFORMACIÓN DE LA LAGUNA ORURILLO,*

*PROVINCIA DE MELGAR, REGIÓN PUNO. PUNO - PERÚ : UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO, 2020.*

**RAMOS Ancajima, Ivan Vladimir. 2019.** *PROPUESTA DE REDISEÑO DE LA PLANTA DONDE SE TRATA EL AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS DE LA EMPRESA JOSCANSA SAC, PARA SU REUSO EN AREAS VERDES.* PIURA-PERÚ : UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA, 2019.

*REUSO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS EN AGRICULTURA.* **SILVA, Jorge, TORRES, Patricia y MADERA, Carlos. 2016.** 2016, AGRONOMIA COLOMBIANA , pág. 3.

**RODRIGUEZ Gamarra, Juan. 2017.** *Tratamiento de Aguas Residuales en Pequeñas Comunidades.* 2017.

**RONQUILLO ABAD, ROXANNA. 2016.** *Diseño de una Planta donde se trata el Agua Residuales para ser utilizada en el Riego del Parque Samanes.* Guayaquil : s.n., 2016. 75.

**ROSILLO Martinez , José. 2017.** *MANEJO Y USO DEL AGUA RESIDUAL TRATADA PARA RIEGO AGRÍCOLA EN LA CABECERA MUNICIPAL DE SANTA MARÍA DEL RÍO, SAN LUIS POTOSÍ.* 2017.

**Saltos Salazar, Diego Armando. 2011.** *El agua de riego y su incidencia en la producción agrícola de un terreno en la parroquia Santa Rosa de la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua.* AMBATO-ECUADOR : s.n., 2011.

**SANCHEZ , José. 2017.** *Decentralized Sanitation and Sustainable Reuse of Municipal Wastewater in Mexico.* Mexico : s.n., 2017. pág. 25.

**SINIA. 2017.** *TRATAMIENTO Y REUSO DE AGUAS RESIDUALES.* [aut. libro] SISTEMA NACIONAL DE INFORMACION AMBIENTAL. *TRATAMIENTO Y REUSO DE AGUAS RESIDUALES.* Lima - Perú : s.n., 2017, pág. pág. 20.

**STACI NICOLE, MORENO JABO. 2017.** *TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL TANQUE IMHOFF PARA DISMINUIR LA CONTAMINACION EN LA QUEBRADA SICATE DEL DISTRITO DE MONTERO.* PIURA : s.n., 2017.

*Técnicas de conservación del agua en riego por gravedad a nivel parcelario.*  
**HILARIO FLORES, GALLARDO, y otros. 2014.** 02, MEXICO : ISSN 2007-0934,  
2014, Vol. VOLUMEN 05.

*USO POTENCIAL DE LAS AGUAS RESIDUALES EN LA AGRICULTURA.*  
**SARAI, MENDOZA, y otros. 2021.** 2021, Revista Mexicana de Ciencias  
Agrícolas, pág. 115.

**Valderrama Mendoza, Santiago. 2015.** *Pasos para elaborar proyectos de  
investigación científica.* Lima : San Marcos, 2015.

**VALLADARES Cisneros, María Guadalupe, y otros. 2017.** *Non-conventional  
absorbers: sustainable alternatives for wastewater treatment.* MEDELLIN :  
UNIVERSIDAD DE MEDELLIN, 2017.

## ANEXOS

### ANEXO. N°01 Informe de Originalidad en Turnitin.

#### TESIS-CASTILLO-CAMPOS

##### INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>13%</b>	<b>13%</b>	<b>1%</b>	<b>3%</b>
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

##### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>www.sunass.gob.pe</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>2</b>	<b>www.slideshare.net</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>3</b>	<b>docplayer.es</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>repositorio.unap.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>Submitted to Universidad Catolica de Avila</b> Trabajo del estudiante	<b>1%</b>

Fuente: Turnitin.



**ANEXO. N°02 Matriz de Operacionalización**

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
- Riego Tecnificado	Se denominó sistema de riego tecnificado, al conjunto de elementos que permiten que la aplicación del agua y los fertilizantes al cultivo sea en forma eficiente, localizada, con una frecuencia adecuada, en cantidades estrictamente necesarias y en el momento oportuno.	El riego tecnificado es un sistema que permite el uso más eficiente del agua que el riego por gravedad o inundación.	Sistemas de Riego Tecnificado	Riego por Gravedad	Nominal
				Riego por Aspersión	
				Riego por Goteo	
				Riego por Goteo Subterráneo	
			Diseño de Riego Tecnificado	Diseño Agronómico	Razón
				Diseño Hidráulico	

-Reutilización de Aguas Residuales Tratadas.	Los estudios de reutilización de aguas residuales tratadas actualmente cobran especial interés porque son la única forma de ampliar la oferta hídrica de un ecosistema y una alternativa para evitar la contaminación de las fuentes hídricas (Escobar, y otros, 2016).	Según el Programa de Adecuación de Vertimientos y Reúso de Aguas Residuales (PAVER), se considera hoy en día que un alrededor de 40m <sup>3</sup> /s de aguas residuales sin tratamiento van directamente a fuentes superficiales y un aproximado de 4000 ha de terreno agrícola son regadas con esta agua (AMARILDO , 2016).	Tipo de Sembrío	Sembrío de Mango	Nominal
			Análisis del Agua Tratada	DBO	Intervalo
				Oxígeno Disuelto	
				Materia Orgánica	
				Escherichia Coli	
				Sólidos en Suspensión	
				pH	
Zona de Aplicación del Riego	Hectáreas de Terreno	Nominal			

Fuente: Elaboración Propia.

## Anexo. N°03. Certificado de Laboratorio – Análisis del agua.



### ENSAYOS QUÍMICOS CONTROL DE CALIDAD DE AGUA

Fecha de Recepción : 16/08/2021	Orden de Sel : 12541
Fecha de Ensayo : 17/08/2021	N° Informe : 235-2021
Fecha de Emisión : 19/08/2021	

#### DATOS PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE

SOLICITANTES	: CAMPOS REGALADO MILAGROS DEL CIELO CASTILLO VILLASECA ENZO RENATO
TESIS	"EVALUACIÓN DEL AGUA TRATADA POR LA LAGUNA DE OXIDACIÓN PARA SU REUTILIZACIÓN EN EL RIEGO DE SEMBRÍOS, EN EL DISTRITO DE CHULUCANAS - PIURA 2021"

#### RESULTADOS

MUESTRA : AGUA SUPERFICIAL  
PROCEDENCIA : 'LAGUNA DE OXIDACIÓN DEL DISTRITO DE CHULUCANAS; 4TA ETAPA'

ENSAYO	RESULTADO	ADMISIBLE DIGESA PARA RIEGO
DBO (mg/l)	15.00	15.00
OXIGENO DISUELTO (mg/l)	8.4	7.5 – 9.0
Materia Orgánica (ppm)	3.25	20.00
Escherichia Coli (mg/l)	85.00	100.00
Sólidos totales disueltos (ppm)	360.00	1000.00
Conductividad (mS/cm)	108.00	2000.00
Dureza Calcio (CaCO <sub>3</sub> ) ppm	77.00	200.00
Dureza Magnesio (CaMgO <sub>3</sub> ) ppm	44.00	150.00
Sólidos en suspensión (ppm)	52.00	300.00
pH	7.8	6.5 - 8.5



#### OBSERVACIONES:

SEGÚN LOS RESULTADOS LA MUESTRA SI SE ENCUENTRA APTA PARA SU UTILIZACIÓN EN RIEGO DE SEMBRÍOS,

IVAN VICTOR RAMIREZ GARCIA  
Ingeniero Civil  
CIP N° 24959/02



LUIS MANUEL CALLE SOSA  
INGENIERO QUÍMICO  
Reg. CIP N° 18741  
Luis Calle Sosa  
Ing. Químico

Victor Negrón Saldarriaga  
Técnico

El laboratorio LEM SUCOAS emite este reporte con información proporcionada por el cliente declarando esta como verdadera. El presente informe tiene validez única y exclusivamente en original, queda prohibida la reproducción del mismo con otros fines al original. El laboratorio LEM SUCOAS queda dispensado de cualquier responsabilidad que derive de la interpretación de resultados.

Fuente: Laboratorio LEM SUCOAS.

## Anexo. N°04. Demanda Hídrica del Cultivo de Mango

PARAMETROS	UNIDAD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
AREA TOTAL		13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
KC MANGO		0.89	0.90	0.89	0.83	0.76	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.83	0.86
Eto	mm/día	7.12	6.68	7.24	5.94	5.31	4.61	4.78	4.71	5.41	5.58	6.25	6.26
Etc	mm/día	6.34	6.01	6.44	4.93	4.04	3.69	3.82	3.77	4.33	4.46	5.19	5.38
PP EFECTIVA	mm/día	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
REQ.	mm/día	6.34	6.01	6.44	4.93	4.04	3.69	3.82	3.77	4.33	4.46	5.19	5.38
REQ. VOL	m <sup>3</sup> /ha/día	63.37	60.12	64.44	49.30	40.36	36.88	38.24	37.68	43.28	44.64	51.88	53.84
EF. RIEGO	%	90.00	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
REQ. VOL NETO	m <sup>3</sup> /ha/día	70.41	66.80	71.60	54.78	44.84	40.98	42.49	41.87	48.09	49.60	57.64	59.82
N°DIAS	días	31.00	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
MR	m <sup>3</sup> /ha/mes	2,182.68	1,870.40	2,219.46	1,643.40	1,390.04	1,229.33	1,317.16	1,297.87	1,442.67	1,537.60	1,729.17	1,854.35
AREA TOTAL	ha	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
VOL DEMANDADO	m <sup>3</sup> /mes	28,374.78	24,315.20	28,853.01	21,364.20	18,070.52	15,981.33	17,123.02	16,872.27	18,754.67	19,988.80	22,479.17	24,106.56
VOL TOTAL	m <sup>3</sup> /día	915.32	868.40	930.74	712.14	582.92	532.71	552.36	544.27	625.16	644.80	749.31	777.63
DEMANDA TOTAL DE AGUA (m <sup>3</sup> )												256,283.53	
DEMANDA TOTAL DE AGUA POR Ha (m <sup>3</sup> /Ha)												19,714.12	
DEMANDA MAXIMA (m <sup>3</sup> /mes)												28,853.01	

Fuente: Diseño Agronómico de Karim Sánchez Feria.

## Anexo. N°05 Toma de Muestras de agua para análisis



Fuente: Elaboración Propia.



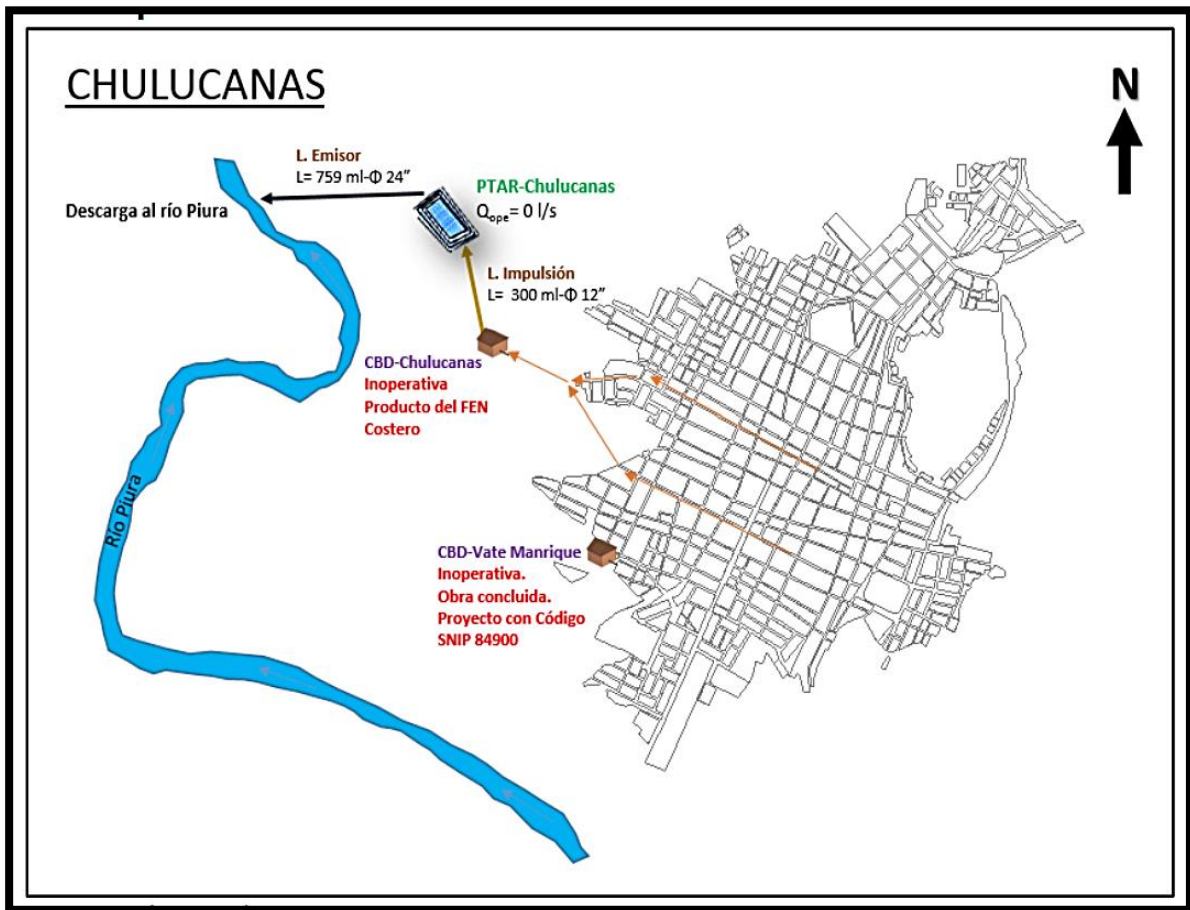
**Fuente: Elaboración Propia.**

**Anexo. N°06 Laguna de Oxidación del Distrito de Chulucanas**



**Fuente: Elaboración Propia,**

Anexo. N°07 Desembocadura de las aguas de la Laguna de Oxidación.



Fuente: EPS Grau.



**Declaratoria de Originalidad de los Autores**

Nosotros, CAMPOS REGALADO MILAGROS DEL CIELO, CASTILLO VILLASECA ENZO RENATO estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - PIURA, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "EVALUACIÓN DEL AGUA TRATADA POR LA LAGUNA DE OXIDACIÓN PARA SU REUTILIZACIÓN EN EL RIEGO DE SEMBRÍOS, EN EL DISTRITO DE CHULUCANAS – PIURA 2021", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
CAMPOS REGALADO MILAGROS DEL CIELO <b>DNI:</b> 70870564 <b>ORCID</b> 0000-0002-7228-0588	Firmado digitalmente por: DCAMPOSRE99 el 14-02-2022 18:46:04
CASTILLO VILLASECA ENZO RENATO <b>DNI:</b> 70887040 <b>ORCID</b> 0000-0002-1657-1161	Firmado digitalmente por: ECASTILLOVI el 14-02-2022 18:54:16

