



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Propuesta de diseño de una planta de tratamiento de aguas  
residuales domesticas para el distrito de Hunter-Arequipa, 2022**

**TESIS PARA OBTENER EL  
TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL**

**AUTORA:**

Hilari Pacco, Luz Marina ([orcid.org/0000-0002-6106-3334](https://orcid.org/0000-0002-6106-3334))

**ASESOR:**

Mg. Villar Quiroz, Josualdo Carlos ([orcid.org/0000-0003-3392-9580](https://orcid.org/0000-0003-3392-9580))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de obras hidráulicas y saneamiento

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

TRUJILLO - PERÚ

2023

### **Dedicatoria**

La presente investigación se la dedico en primer lugar a Dios Todopoderoso por permitirme llegar hasta estos momentos y no abandonar algo que anhelaba mucho.

A mi mamá Gregoria por estar siempre presente preocupándose por mí, a mi papá Octavio por su gran corazón y a todos mis hermanos.

A mis Pastores por estar siempre dándome un sabio consejo y a todos mis hermanos(as) en Cristo por sus oraciones.

A mis compañeros de trabajo por ayudarme en cada exposición y motivarme a concluir esta etapa.

### **Agradecimiento**

A Dios, porque por su gracia y misericordia me permitió llegar hasta estos momentos que es de gran bendición para mí.

A mis padres por el apoyo incondicional que siempre me dieron, por tanto, sacrificio que hicieron para darme todo lo que necesitaba y nunca hacerme faltar nada.

A mis Hermanos por ser mis compañeros de vida.

A la Universidad Cesar Vallejo, por permitirme concluir un logro más en mi vida.

## Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria..	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de gráficos y figuras.....	vi
Resumen... ..	vii
Abstract.....	viii
I.INTRODUCCIÓN .....	1
II.MARCO TEÓRICO.....	9
III.METODOLOGÍA.....	19
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	19
3.2. Operacionalización de variables.....	20
3.3. Población, muestra y muestreo .....	22
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	22
3.5. Procedimientos.....	25
3.6. Método de Análisis de Datos.....	49
3.7. Aspecto Ético .....	49
IV.RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	50
V. CONCLUSIONES .....	55
VI. RECOMENDACIONES .....	55
VII. REFERENCIAS .....	56
VIII. ANEXOS.....	65

## Índice de tablas

Tabla 1. Composición de las aguas residuales doméstica .....	15
Tabla 2. Matriz de convergencia. ....	21
Tabla 3. Instrumentos de recolección de datos. ....	23
Tabla 4. Parámetro.....	42
Tabla 5. Parámetro 2.....	43
Tabla 6. Diámetro de partícula. ....	44
Tabla 7. Parámetro 3.....	44
Tabla 8. Abertura del tamiz (mm).....	45
Tabla 9. Parámetro de valor o rango.....	46
Tabla 10. Parámetro, valores típicos.....	47
Tabla 11. Parámetros 3.....	48
Tabla 12. Cálculo del caudal de diseño.....	50
Tabla 13. Cálculo del canal .....	50
Tabla 14. Diámetro de partícula promedio del desarenador para la velocidad de sedimentación. ....	50
Tabla 15. Diseño del desarenador .....	51
Tabla 16. Abertura de tamices .....	51
Tabla 17. Condiciones del decantador primario .....	52
Tabla 18. Manejo de residuos .....	53
Tabla 19. Condiciones de los lodos residuales .....	53

## Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Diseño de experimento .....	20
Figura 2. Procedimiento .....	25

## Resumen

La presente investigación se realizó en la ciudad de Arequipa, distrito de Hunter, cuyo objetivo principal fue determinar Propuestas de diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales domesticas para el distrito de Hunter- Arequipa. Para la realización de la tesis se utilizó un diseño no experimental, el muestreo fue probabilístico, la recolección de datos se hizo mediante la revisión de literatura, recopilación de datos y tablas resumen por cada etapa, el instrumento utilizado fue la guía de observación, para analizar los datos y parámetros requeridos en el predimensionamiento. Arequipa es uno de los departamentos que mayores aguas residuales no tratadas genera a nivel nacional, sin embargo, el 92% de sus aguas de origen doméstico, industrial y hospitalario son vertidas a cuerpos de agua sin ningún tipo de tratamiento y esto se debe principalmente a la falta de infraestructuras y al inadecuado diseño de estas plantas. Con el predimensionamiento se espera presentar la propuesta de diseño para que las autoridades competentes puedan tomar cartas en el asunto y puedan tener una base para el planteamiento de futuras estructuras de plantas de tratamiento de aguas residuales. Se logró calcular los parámetros de predimensionamiento acuerdo a los diseños tomados como base de otras plantas de tratamiento.

**Palabras clave:** Aguas residuales, predimensionamiento, MVCS

## **Abstract**

The present research was carried out in the city of Arequipa, Hunter district, whose main objective was to determine Design proposals for a domestic wastewater treatment plant in the district Hunter. A non-experimental design was used for the thesis, the sampling was probabilistic, the data collection was done through literature review, data collection and summary tables for each stage, the instrument used was the observation guide, to analyze the data and parameters required in the pre-dimensioning. Arequipa is one of the departments that generates the most untreated wastewater at the national level; however, 92% of its domestic, industrial and hospital wastewater is discharged into water bodies without any type of treatment, mainly due to the lack of infrastructure and the inadequate design of these plants. With the pre-dimensioning it is expected to present the design proposal so that the competent authorities can take action on the matter and have a basis for the approach of future structures of wastewater treatment plants. The pre-dimensioning parameters were calculated according to the designs taken as a basis for other treatment plants.

**Keywords:** Wastewater, pre-dimensioning, MVCS.

## **I. INTRODUCCIÓN**

En el presente estudio se dará a conocer como realidad problemática, las aguas residuales a nivel mundial siguen siendo uno de los efluentes más importantes y los que mejor se pueden aprovechar, es por ello la importancia a nivel mundial del correcto y adecuado “Diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales”, ya que muchas veces por el uso inadecuado de infraestructura y las medidas incorrectas genera que los procesos de tratamiento sean deficientes y esto conlleva a grandes pérdidas económicas para los gobiernos nacionales, regionales y locales de los distintos países (Angelakis & Zheng, 2015).

Según la revista ambiental (Retema, 2021), son 4 los países a nivel mundial Austria, Alemania, Luxemburgo y los Países Bajos; Que mayor importancia se le da al “Diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales, ya que ellos se encargan de tratar el 100% de sus aguas residuales urbanas según lo establecido por su normativa ambiental; sin embargo, la importancia que se le da a la infraestructura permitió que muchos litros de agua se han reutilizado en distintas actividades, mejorando así la eficiencia del uso del agua.

Dentro de América Latina se vio un avance sustancial respecto a los “Diseños de una planta de tratamiento de aguas residuales” en los últimos años, siendo Brasil, Uruguay y Chile unos de los países que mayor importancia le está dando a los diseños de las plantas, ya que se pudo observar que existe un avance sustancial respecto a la reutilización de las aguas residuales en las actividades de riego, lo cual permite mejorar grandes cantidades de áreas verdes (Flowen, 2020).

La gestión de los recursos hídricos en Perú son aspectos que viene desarrollando con mayor prioridad en los últimos años, sin embargo, muchos de los sectores productivos aun no cuentan con “Diseños adecuados de una planta de tratamiento de aguas residuales”, por lo cual muchos de los

proyectos no son eficientes y muchos de sus efluentes no cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) de agua y este a su vez genera grandes impactos a nivel ambiental y también a nivel social. “Actualmente el Perú cuenta con 143 plantas de tratamiento de aguas residuales, sin embargo, pocos son los proyectos exitosos, ello se debe a la visión sesgada” que se maneja sobre la importancia y el aprovechamiento que se le puede dar a las aguas residuales y el impacto positivo que generaría a nivel social y ambiental (Amarildo, 2020).

En la ciudad de Arequipa es uno de los departamentos que cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales; sin embargo, el diseño que presenta su planta de tratamiento de aguas residuales lo hace muchas veces “ineficientes” para la cantidad de la población y este a su vez da servicio al 8% de las aguas servidas que produce la ciudad. “El 92 % de las aguas residuales de origen doméstico, industrial y hospitalario son desfogados al río Chili, sin embargo, el 92% de las aguas residuales no procesadas no solo contienen sustancias tóxicas de origen industrial”, sino que también transportar grandes concentraciones de bacterias y coliformes. Esta situación se agrava de manera significativa si se considera que dichas aguas provenientes del río Chili muchas veces son utilizados para el riego de cultivos y bebida de muchos vacunos, lo cual no solo generaría un impacto ambiental, sino también generaría un impacto a la salud de sus pobladores (María & Zúñiga, 2015).

Los diseños de las plantas de tratamiento de aguas residuales a nivel nacional se encuentran regularizados por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento; por lo tanto, es importante al momento de realizar cualquier tipo de planta de tratamiento se tengan en cuenta los parámetros de diseño que muchas veces son recomendados por el ministerio.

Macro; (Ramon, 2017) los resultados obtenidos del presente trabajo concluyeron que, el caudal de ingreso a la planta de tratamiento fue un factor

importante en el diseño de la planta de tratamiento de aguas, ya que muchas veces el diseño de infraestructura no abastecía la capacidad, ya que el volumen generado por la población siempre fue mayor en tiempo de verano, es por ello que se tenía que tener en cuenta el caudal de diseño máximo y mínimo.

(Gelvi Peali & Gutierrez Canales, 2016) los resultados que se obtuvieron mostraron que de acuerdo a la información obtenida de las diferentes localidades que han presupuestado y construido plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas, se pueden hacer un análisis comparativos con los costos obtenidos y proyectados con la tesis realizada, por lo que el presupuesto estimado para el tratamiento de 50m<sup>3</sup> diarios asciende a S/.83,430.00, siendo una inversión mucho menor a lo proyectado en otros proyectos para la construcción de sistemas de tratamiento más técnica, es por ello que el volumen de ingreso es importante para la capacidad de la planta, ya que este muchas veces suele modificar el presupuesto de la obra.

(López Hernández & Herrera Panduro, 2015). Los resultados obtenidos permitieron buscar la forma de reutilizar las aguas tratadas en las plantas de tratamiento para que así no existe una pérdida de recursos, es por ello que concluyó que se requieren de dos sistemas de tratamiento de agua potable de aguas residuales para el uso de riego de parques y jardines, sin embargo, estos sistemas pueden disminuir si es que se le da un mayor enfoque en la capacidad de tratamiento de aguas residuales con carbón activado, ya que estos sistemas suelen ser más sofisticados ya que el tratamiento de aguas es lento y comparado con otros tratamientos de agua, es más rentable.

Macro Intermedio: La empresa Marcseal S.A. realizo el diseño de una planta de tratamiento de efluentes, ya que es una empresa dedicada al sector alimenticio. Debido a las altas concentraciones que presentaban sus aguas, entre ellas materia orgánica, permitían que las aguas vertidas a los cuerpos

de agua sean muy concentrados y muchas veces esto generaba impactos al medio ambiente, es por ello que gracias a su política ambiental decidieron construir una planta con el objetivo de cumplir con la normativa ambiental. Al momento de realizar el diseño, se tuvo mucho interés en el proceso terciaria de tratamiento de aguas, ya que en este proceso es donde se reutilizaban las aguas en otras actividades y esto generaba que la empresa sea eficiencia al momento de utilizar sus aguas.

La Universidad Nacional de Ingeniería, realizó el diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales, CITRAR-UNI. Al momento de realizar el diseño de la planta, se tuvo en cuenta el centro poblado El Ángel, ya que se hizo con el objetivo de que estas aguas generadas en el centro poblado, fueran tratadas en dicha planta y de igual forma pueda ser utilizado con fines investigativos.

Micro: El aumento poblacional lleva consigo también la falta de construcción de plantas de tratamiento, sin embargo, mucho de los diseños de las plantas de tratamiento de aguas residuales no son sofisticados, debido a que no se tiene en cuenta factores externos y la capacidad que presentan estas para el tratamiento de efluentes provenientes de distintos sectores productivos(Lu et al., 2018).

Según la (Nations, 2020) se espera que la población mundial “Aumente en 2.000 millones de personas en los próximos 30 años, pasando de los 7.700 millones actuales a los 9.700 millones en 2050, llegando así a un pico de cerca de 11.000 millones para 2100”. Sin embargo, este aumento población progresivo genera muchas veces que cierta parte de la población no cuenten con servicios básicos de consumo de agua, de igual forma empiezan a tener muchas veces alcantarillas ilegales, generando así un impacto no solo social, sino también medio ambiental que conforme pasa el tiempo esta ira generando impactos. Hace más de 10 años las aguas residuales que se generan en las distintas ciudades del mundo se consideraba un grave problema ambiental y de salud, sin embargo, ahora se

valoran como un recurso más en muchas partes del mundo, ya que con un adecuado tratamiento este puede ser de gran ayuda (Van Der Hoek et al., 2016).

Actualmente “Las aguas residuales son ricas en nutrientes y en bacterias”, que muchas veces si no existe un adecuado tratamiento pueden llegar a los cuerpos receptores de agua y pueden generar graves problema de eutrofización y esta pueda generar que la fauna acuática pueda desaparecer ya que no existe una oxigenación correcta (Zang et al., 2022).

Según la (CEPAL, 2016), la población de latinoamericana “Tuvo un crecimiento hasta llegar a una población de 512 millones en el 2000, sin embargo, se calcula que para el año 2025 se alcanzara una población de 680 millones” y para finales del año 2050 se estima 779 millones de habitantes. Sin embargo, estos datos nos indican que en los próximos años se presentaran problemas respecto al “Tratamiento de aguas residuales” que se generan en las distintas ciudades de América Latina y esto conllevaría a que se pueda generar un colapso a nivel de saneamiento (Mahlknecht et al., 2020).

Es por ello que “Un inadecuado diseño en la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales no solo generaría perdidas futuras para el gobierno nacional, sino también generaría impactos a nivel ambiental”, modificando la calidad del agua y esta a su vez generaría que la fauna acuática se encuentra sumamente afectada, también se daría un impacto social, ya que generaría que la calidad del agua para el consumo humano no cumple con los parámetros de calidad de agua y esto generaría problemas intestinales, infecciones y dolores estomacales en la población(Hummel et al., 2018).

Nano: Es por ello que el problema del inadecuado tratamiento de aguas residuales y su falta de reutilización de recursos se debe principalmente al inadecuado diseño de las plantas de tratamiento de aguas residuales, es por

ello que, a pesar de tener 143 plantas de tratamiento a nivel nacional, muchas de estas no presentan una infraestructura adecuada y no fueron diseñados de acuerdo a la capacidad de cada departamento.

A pesar de las dificultades que se pueden presentar, Perú en los últimos años mostro un incremento de inversión por parte del gobierno nacional para dar un mayor soporte a los proyectos de saneamiento.

La falta de investigación y el planteamiento inadecuado de diseños de planta de tratamiento traería como consecuencias un inadecuado tratamiento de aguas residuales y el tiempo de vida disminuirá sustancialmente de cada proyecto, sin embargo, esto podría disminuir con un adecuado diseño y una mejora en las estructuras las plantas de tratamiento de aguas residuales.

Planteamiento del problema: ¿Cuál es la propuesta de diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales domesticas para el distrito de Hunter-Arequipa, 2022?

Justificación: En las siguientes justificaciones, se procederá a conceptualizar de manera más detallada y como Justificación general: ¿Por qué razones se está realizando la investigación? La razón para realizar el trabajo de investigación es porque se pudo evidenciar que el Departamento de Arequipa cuenta con una sola planta de tratamiento, pero que esta planta trata solo el 8% de las aguas residuales de la ciudad. El barrio Hunter no cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales, por lo que se planteó diseñar una planta de tratamiento de aguas residuales en el barrio, que beneficiará a los vecinos y así permitir la reutilización del recurso hídrico, y esto es para el riego de parques y espacios verdes.

¿Por qué sirve resolver el problema de investigación? Resolver el problema de investigación permitirá plantear el diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales y este beneficiará a la población del distrito de Hunter al momento de tratar las aguas residuales generadas por las viviendas y este a su vez permitirá la reutilización de las aguas para el riego de parques y zonas verdes. ¿Qué se va lograr al responder a la pregunta?

Al poder responder la pregunta de investigación permitirá que el distrito de Hunter pueda tener el diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales. ¿A quiénes sirve esta solución? La investigación beneficiara a la toma de decisiones de las autoridades competentes, ya que permitirá que estas puedan tener un diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales y a partir ello podrán tomar decisiones para la construcción de la planta y pueda salir beneficiado principalmente la población del distrito de Hunter-Arequipa.

Justificación Teórica: ¿Se llenará algún hueco del conocimiento? La presente investigación, permitirá plantear nuevas de diseñar plantas de tratamiento de aguas residuales, teniendo en cuenta que los parámetros a considerar para el diseño se den de manera sinergia y no de manera independiente, para que así al final se pueda tener un adecuado diseño. ¿Se podrán generalizar los resultados a principios más amplios? Según los resultados que se obtengan de la presente investigación, permitirán que las autoridades competentes de otros distritos o a nivel regional puedan tener en cuenta al momento de la construcción de nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales. ¿La información que se obtenga puede servir para comentar, desarrollar o apoyar una teoría? Si, ya que los parámetros que se obtengan, permitirán que se puedan considerar en futuras construcciones de plantas de tratamiento de agua residual.

Justificación practica: ¿Qué tan conveniente es la investigación? La siguiente investigación permitirá contribuir con el conocimiento y los parámetros que se utilizan al momento de realizar los posibles diseños de las plantas de tratamiento de aguas residuales. ¿Para qué sirve? ¿Qué importancia tiene para la disciplina profesional? La siguiente investigación permitirá que los futuros ingenieros civiles puedan realizar la construcción de las plantas de tratamiento de aguas residuales teniendo en consideración que los parámetros que se utilizaron para el diseño, se analizaron de manera sinérgica y no de manera separada, lo cual llevara a que las nuevas plantas puedan tener un tiempo de vida mayor a lo espera y el tratamiento de los

efluentes sea más eficiente y ello pueda contribuir no solo con el beneficio social, sino también con el beneficio ambiental. ¿El estudio contribuirá a formular o modificar prácticas o políticas asistenciales? Si, ya que permitirá que las autoridades competentes puedan tener mayor alcance sobre los posibles diseños de plantas de tratamiento de aguas residuales y ello les pueda permitir que estas puedan tomar mejores decisiones al momento de la construcción de estas.

Justificación metodológica: La investigación se desarrolló mediante la comparativa de métodos y trabajos relacionados a diseño de plantas de tratamiento, a partir de ello, es que se identifican características y parámetros que se requiere y que deben priorizarse al momento de realizar un diseño de infraestructura. Es por ello que se propone diseñar una planta de tratamiento para mejorar el tratamiento de las aguas residuales del distrito de Hunter y así posiblemente brindar alternativas para reutilizar esta agua tratada en riego de jardines y espacios verdes, brindando así beneficios sociales y ambientales, y esto se dará a partir de la recopilación de diseños y métodos.

Finalmente, como objetivo general: Determinar propuestas de diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales domésticas para el distrito de Hunter- Arequipa, 2022; y los Objetivos específicos son: O.E.1. Determinar los parámetros para el diseño del proceso de pretratamiento; O.E.2. Determinar los parámetros para el diseño del proceso de tratamiento primario; O.E.3. Determinar los parámetros para el diseño del proceso de tratamiento secundario; O.E.4. Determinar los parámetros para el diseño del proceso de tratamiento terciario. Hipótesis: La presente investigación es de tipo no experimental propositiva por lo tanto no requiere hipótesis.

## II. MARCO TEÓRICO

### Antecedentes

“Optimización basada en modelos del diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales” (Rivas et al., 2017) utilizó modelos matemáticos para la automatización de parámetros para el diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales provenientes de actividades domésticas. La automatización para el cálculo de los parámetros se basó principalmente en un diseño basado en un problema de programación matemática (optimización), la cual se podía resolver mediante la utilización de un algoritmo de optimización (p.2). La metodología utilizada fueron modelos matemáticos dinámicos que permitieron evaluar la capacidad a partir de los parámetros de dimensionamiento, temperatura crítica para los efluentes, características ambientales, selección de volúmenes de entrada y salida (p.5). Los resultados obtenidos mediante los modelos matemáticos permitieron predecir el comportamiento de las aguas y esta a su vez permitieron ver que el parámetro más importante para el diseño de infraestructuras es el caudal de ingreso, caudal de salida, temperatura, turbidez y pH de la solución (p.8). La conclusión a la que se llegó fue que el dimensionamiento óptimo permite realizar tratamiento de agua adecuado y en tiempo reducido, aumento el nivel de vida de las infraestructuras y este a su vez permite el ahorro de recursos por parte de las entidades del estado (p.14).

El presente trabajo de investigación permitió conocer cuáles fueron los parámetros más significativos al momento de evaluar el diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales, sin embargo, de acuerdo a la revisión bibliográfica que se realizó, pudieron identificar que no se consideraba el caudal máximo en el diseño y eso generaba muchas veces que en tiempos donde el caudal aumentaba, la planta no soportaba el volumen y este no realizaba un correcto tratamiento de sus efluentes.

“Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Autosuficientes

Energéticamente: Viabilidades y Retos” (Gu et al., 2017) tuvo como objetivo principal ver la importancia que tenía el cambio climático respecto al diseño de las plantas de tratamiento de aguas residuales. La metodología utilizada se basó principalmente a la cantidad de energía que requería la planta de tratamiento para procesar las aguas residuales, sin embargo, los factores fueron modificados significativamente por el cambio climático, incluso en las técnicas de tratamiento y el uso energético que se requería para los tratamientos (p.2). Los resultados obtenidos mostraron una factibilidad respecto a los diseños de plantas de tratamiento que se consideraron el cambio climático, llevando así a mejorar las condiciones de infraestructura y tiempo de vida de las plantas de tratamiento (p.12). La conclusión a la que llegó el presente trabajo de investigación fue que es importante tener en cuenta el cambio climático en los futuros diseños para así mejorar el tiempo de vida de los proyectos y a su vez mejorar la eficiencia en los tratamientos de agua residual (p.29).

La presente investigación aporta de qué manera puede influir el cambio climático en el diseño de las plantas de tratamiento de agua residual, ya que muchas veces no se tiene en cuenta ello, por ejemplo, en el presente trabajo se tuvo como referencia el óxido que se generaba por la falta de mantenimiento en la etapa de pretratamiento, generando así que el tiempo de vida de la estructura disminuyera con el tiempo.

“Hacia plantas de tratamiento de aguas residuales energéticamente positivas” (Gikas, 2017) tuvo como objetivo principal ver la importancia que tenía el consumo excesivo de recursos energéticos lo cual se requería mucho para la retención de sólidos totales y de igual forma la reducción de organismos patógenos (p.2). La metodología se basó en el uso de un MicroScreen de correa de tela giratoria con una microporosidad muy fina, seguido de un filtro de medios de flujo ascendente para la retención de sólidos y microorganismos patógenos (p.4). Se obtuvieron como resultados una reducción del 80 al 90 % en sólidos totales y una reducción del 60 al 70 % en DBO5 mediante el tratamiento de aguas residuales municipales sin

tratar (p.7). La conclusión a la que se llegó fue que una vez retenida estos sólidos totales, podría ser reutilizado para la generación de biogás y este a su vez puede ser reutilizado en los procesos de tratamiento (p.9).

La presente investigación tuvo como aporte ver de qué manera se puede generar diseños de infraestructura manera más independiente de los recursos eléctricos que estos podrían necesitar durante el proceso de tratamiento de aguas residuales y también en los procesos de mantenimiento, proponiendo así materiales anticorrosivos y al mismo tiempo se puedan diseñar estructuras más amplias para que el mantenimiento pueda ser más eficiente y también se puedan utilizar energías renovables en la etapa de tratamiento terciario.

“Evaluación del diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales para pequeñas comunidades: Aspectos ambientales y económicos” (Molinos Senante et al., 2017) tuvo como objetivo principal evaluar nueve tecnologías diferentes establecidas para el tratamiento secundario en este tipo de instalaciones que abarcan tanto parámetros económicos como ambientales (p.2). La metodología utilizada fue a partir de la integración basada en herramientas de costo- beneficio teniendo en cuenta la eficiencia de la reutilización de aguas residuales en el proceso de riego de parques (p.2). “Los resultados que se obtuvieron mostraron que existía una recuperación del capital invertido en el diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales a nivel ambiental y social, ya que permitió recircular las aguas tratadas” (p.4). La conclusión a que llegó el trabajo fue que el recurso hídrico utilizado de manera anual, disminuyó significativamente debido a la reutilización de los recursos hídricos (p.7).

La presente investigación nos brinda una perspectiva integradora al momento de diseñar las plantas de tratamiento de agua residual, viendo los impactos positivos que pueden traer a nivel ambiental y social. Sin embargo, para que pueda existir un impacto positivo en el medio ambiente, se deben agregar procesos de reutilización de residuos que se puedan generar en

cada etapa del tratamiento de aguas.

“Control óptimo de la aireación en un proceso de lodos activados nitrificantes” (Åmand & Carlsson, 2017) tuvo como objetivo principal disminuir el consumo de energía en el proceso de la activación de los lodos (p.2). La metodología utilizada se dio a partir de la implementación de un aireador, con el fin de que este pueda disminuir la cantidad de energía utilizada durante el proceso de activación, por lo cual permitió disminuir el consumo de energía de manera significativa (p.4). Los resultados obtenidos permitieron aprovechar la formación de bacterias anaeróbicas (en ausencia de oxígeno) y esto permitió la activación de los lodos para el tratamiento de aguas residuales (p.9).

La presente investigación nos brinda una manera más eficiente y disminuyendo el consumo de energía para la activación de los lodos residuales, generando así el uso eficiente de los recursos en el tratamiento de agua residual. Los lodos generados puedan requerir menos energía para la activación de estas, ya que se plantean microorganismos que pueden generarse durante el proceso de secado y es por ello que plantean que es una alternativa para la activación de los lodos.

“Diseño de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Utilizando una Metodología de Diseño Conceptual” (Vidal et al., 2017) tuvo como objetivo presentar una metodología para primero realizar un diseño conceptual previo al diseño de una planta de tratamiento, llevando así a que el sistema pueda tomar en cuenta los parámetros externos en su evaluación (p.2). La metodología a utilizar consistió en combinar todos los procesos en base a la toma de decisiones de manera jerárquica, involucrando también a la población y caracterizando el tipo de efluente que se generaban y a partir de ello plantear métodos no convencionales para el tratamiento de aguas residuales (p.3). Los resultados obtenidos fueron positivos, ya que las caracterizaciones de los efluentes provenientes de las actividades domésticas permitieron plantear métodos de acuerdo a las características y

plantear técnicas de tratamiento de las aguas residuales generadas (p.12). La presente investigación establece que para el tratamiento adecuado es pertinente primero realizar una caracterización de aguas, con el objetivo de ver la concentración de materia orgánica e inorgánica y a partir de ello plantear la técnica a utilizar para el tratamiento de aguas residuales, ya que muchas veces los diseños que se dan se dan con la idea general de que las aguas vienen con una alta concentración de materia orgánica.

“Diseño de planta de tratamiento de aguas residuales para el municipio de san Juan Chamelco, Alta Verapaz” (Moran Villela, 2017) El objetivo era diseñar un sistema de tratamiento de aguas residuales para reemplazar las lagunas de estabilización existentes, utilizando el área existente, para su posterior reutilización en las cercanías de Villa El Salvador (p.1). La metodología utilizada se basó principalmente en estudios topográficos y caracterización del suelo para que al momento del tratamiento los resultados no puedan ser influenciados por el terreno, ya que las características de Alta Verapaz no hacen que pueda tener una buena estabilización (p.26). Los resultados obtenidos redujeron la contaminación por aguas servidas del Pacífico en el Golfo de Miraflores y mejoraron la salud de la población (p. 31).

La presente investigación nos indica la importancia de la caracterización topográfica en el diseño de las plantas de tratamiento de agua residual, ya que muchas veces al momento de plantear un pre diseño, no se considera la pendiente, sin embargo, la pendiente juega un papel muy importante, ya que muchas veces puede llevar a disminuir tus costos respecto a bombas o transporte de flujo.

Bases teóricas:

Predimensionamiento: Se entiende por predimensionamiento al conjunto de métodos y técnicas que te permiten calcular elementos o parámetros de ingeniería de manera ordenada y sistemática. El objetivo principal de esto, es permitir medir las dimensiones correctamente para así poder caracterizar

los procesos según sea la disciplina de estudio.

Estándares del Ministerio de Vivienda, construcción y saneamiento: Son aquellas normas técnicas diseñadas con comités técnicos especializados, con el objetivo de que este pueda contribuir a la seguridad y al correcto diseño de cualquier infraestructura. Existen diferentes estándares o normas técnicas relaciones a infraestructuras, sin embargo, estos deben ser utilizados en sus áreas correspondientes para que puedan mejorar la eficiencia y resistencia en los distintos sectores.

Aguas residuales: Las aguas residuales son aguas usadas y sólidos que de alguna manera ingresan a la cuenca y son transportados a través del sistema de alcantarillado generado por diversos procesos. “La producción de aguas residuales es el resultado de las actividades humanas diarias que modifican las propiedades y la calidad del agua, la contaminan y ponen en peligro la salud pública y el medio ambiente”.(López Vázquez et al., 2017).

Aguas residuales domesticas: Las aguas residuales domésticas son cualquier agua cuya calidad se ve afectada negativamente por la acción humana y cuyas características naturales han cambiado. “Es agua que no tiene valor inmediato para el fin para el que se utiliza o para el que se produce debido a la calidad o cantidad disponible”. sin embargo, muchas de esta agua provienen de actividades domésticas presentan características orgánicas muy altas lo que hace que estos efluentes puedan ser muy buenos al momento de reutilizarlos en el regadío de áreas verdes (Sette Ramalho, 2015).

Composición de aguas residuales domesticas: Las aguas residuales se componen principalmente de 99,9% de agua potable y 0,1% de sólidos disueltos o suspendidos. 0,1% es el nivel que suele ser necesario tratar para que el agua pueda ser reutilizada para otras actividades. Con el avance demográfico y el aumento de la población se requiera que estas aguas con características modificadas pasen por un proceso de tratamiento para que

de esa manera según la normativa ambiental puedan ser depositados en cuerpos de agua natural (Varilla Quiroga & Diaz Lopez, 2008).

Características de aguas residuales domésticas: (Trapote Jaume, 2015) “Establece que las características de las aguas residuales domésticas se determinan a través de una serie de procedimientos que incluyen la medición del caudal local, la toma de muestras y el análisis e interpretación de los resultados obtenidos”.

Las aguas residuales se definen por su composición física, química y biológica, pero existen criterios predeterminados que definen los principales componentes que caracterizan el agua.

Tabla 1. Composición de las aguas residuales doméstica

CONTAMINANTE	UNIDADES	CONCENTRACIÓN		
		Débil	Media	Alta
Sólidos Totales	Mg/l	350	720	1200
Sólidos Sedimentables	Mg/l	5	10	20
DB05	Mg/l	110	220	400
DBQ	Mg/l	250	500	1000
Nitrógeno Total	Mg/l	20	40	85
FOSFORO TOTAL	Mg/l	4	8	15
COLIFORMES TOTALES	NMP/100 cm <sup>3</sup>	106 - 107	107 -108	107 -109

Fuente: (Espinoza Ramirez, 2017)

Planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR): Son estructuras compactas que consta de los tratamientos que se realizaran a las aguas residuales de las cuales se indican a continuación.

Pretratamiento de aguas residuales domésticas: El pretratamiento es el proceso que tiene como objetivo reducir la carga contaminante de los

residuos, ya que juega un papel esencial, ya que elimina elementos que pueden reducir la eficacia del tratamiento y pueden ser importantes. El más importante es "la protección de los equipos y componentes, y el tratamiento de los daños a las unidades de la planta que puedan ser perjudiciales para las operaciones de la planta y el transporte de aguas residuales y los sistemas en general" (Lozano Rivas, 2012). Los procesos que se encuentran dentro del pre tratamiento son:

**Desarenador:** Esta obra tiene como finalidad la remoción de arenas, gravas, limos y partículas finas de origen algo inorgánico por sedimentación, para que la arena retenida no lleve los contaminantes presentes en el agua de captación, para evitar la formación de sedimentos en canales y alcantarillas, para proteger las partes móviles del aparato de la corrosión y para evitar la sobrecarga Para sólidos en un bioprocesador.

**Remoción de aceites y grasas:** Las aguas residuales domésticas contienen una gran cantidad. Cuando se le permite ingresar a los tanques, puede descargarse en las aguas residuales. Estas sustancias tienden a acumularse en la superficie del sistema de tratamiento. (Tchobanoglous, 2000).

**Tratamiento primario:** Según (Acuatecnica, 2018), el tratamiento primario tiene la función de disminuir los sólidos suspendidos, y por lo general se suele hacer por un efecto de la gravedad. "Se eliminan los sólidos en suspensión, en su mayoría materia orgánica, por lo que se reduce significativamente la concentración de DBO de las aguas residuales". Es por ello que los procesos más utilizados en el tratamiento primario son:

Primero: Decantadores, segundo; Tamices (usados, generalmente, para aguas residuales industriales) y por ultimo las Unidades de decantación asistida químicamente.

Dentro de los componentes más importantes se encuentra:

**Fosa séptica:** Este sistema se utiliza para recibir aguas residuales de áreas

residenciales individuales u otras instalaciones que no cuentan con su propio sistema de drenaje. Son tanques para sedimentación, como tanques anaerobios sin agitación ni calentamiento, y se convierten en purines. Si el sistema incluye una fosa séptica además de una instalación de tratamiento de aguas residuales por absorción en el suelo, habrá un sistema de gestión de aguas residuales convencional. (Crites & Tchobanoglous, 2000).

Tanques Imhoff: Este sistema, que consta de un tanque de dos etapas donde se produce la sedimentación en el compartimento superior y la descomposición y acumulación de lodos en el compartimento inferior, se utiliza para tratar el agua de las zonas residenciales. La principal ventaja del sistema es la operación simple, sin unidades mecánicas que requieran un mantenimiento constante y solo la eliminación de espuma y el reflujos dos veces al mes para distribuir uniformemente los sólidos en el sistema. La excavadora está terminada. (Crites & Tchobanoglous, 2000).

Reactor Anaerobio de Flujo Ascendente (RAFA): Este sistema, que consta de un tanque de dos etapas donde se produce la sedimentación en el compartimento superior y la descomposición y acumulación de lodos en el compartimento inferior, se utiliza para tratar el agua de las zonas residenciales. La principal ventaja del sistema es la operación simple, sin unidades mecánicas que requieran un mantenimiento constante y solo la eliminación de espuma y el reflujos dos veces al mes para distribuir uniformemente los sólidos en el sistema. La excavadora está terminada. (Salazar, 2003).

Tratamiento secundario: Es conocido también como tratamiento biológico, ya que tiene la función principal de eliminar los organismos patógenos a partir de microorganismos que se encuentran presentes en los reactores. En esta etapa la materia orgánica que se encuentra suspendida en solución acuosa, es convertida mediante procesos de oxidación, para que así esta biomasa pueda convertirse en inorgánica y pueda sedimentar. “El tratamiento secundario o biológico busca remover, especialmente, la DBO

soluble y los remanentes de materia en suspensión que escaparon del tratamiento primario“(Rojas, 2002). Dentro de este sistema de tratamiento se encuentran los siguientes procesos más importantes:

**Filtro Anaeróbico:** También conocido como filtro sumergible, este tipo de sistema está diseñado para realizar un procesamiento anaeróbico mediante el cultivo de biomasa por enlace. La principal diferencia con el filtro microbiano es que el agua residual pasa por la parte inferior del sistema y el producto final sale por la superficie o la parte superior. El material está completamente sumergido en la entrada de aguas residuales y, por lo tanto, está libre de aire, lo que crea las condiciones anaeróbicas necesarias para su trabajo. El único problema importante ocurre cuando hay una alta concentración de sólidos en suspensión que pueden obstruir el filtro y dañar el sistema. (Ramalho, 1993).

**Lagunas de estabilización:** Los lagos son cuencas de 1 a 4 metros de profundidad según el tipo de lago, en las que el agua restante se oxida mediante aireadores superficiales, turbinas o difusores. (Ramalho, 1993).

**Tratamiento terciario:** El tratamiento de los efluentes consta de procesos adicionales, estos procesos suelen ser complementarios a los procesos secundarios, que se encargan de remover toda la materia orgánica biodegradable e inorgánica oxidable. “El objetivo principal de este proceso es eliminar contaminantes que no se pueden biodegradar, como los organismos patógenos y nutrientes como el nitrógeno y fosforo” (Rojas, 2002).

**Estándares de calidad ambiental (ECA):** Es una norma de calidad ambiental es una medida legal de “las concentraciones de elementos, sustancias o agentes físicos, químicos y biológicos presentes en el aire, el agua o el suelo, si se aceptan y no representan ningún riesgo para la salud humana o el medio ambiente”. (MINAM, 2015).

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

Tipo de Investigación por el propósito: Según Hernández Sampieri el tipo de estudio aplicada nos menciona el tipo de investigación aplicativo se caracteriza porque se enfoca en buscar técnicas o mecanismos que permitan alcanzar los objetivos específicos establecidos en el proyecto de investigación. En el presente trabajo de investigación el tipo de estudio es aplicada ya que permite utilizar los resultados y los datos que se puedan encontrar en distintas normas para así establecer el diseño de la planta de tratamiento.

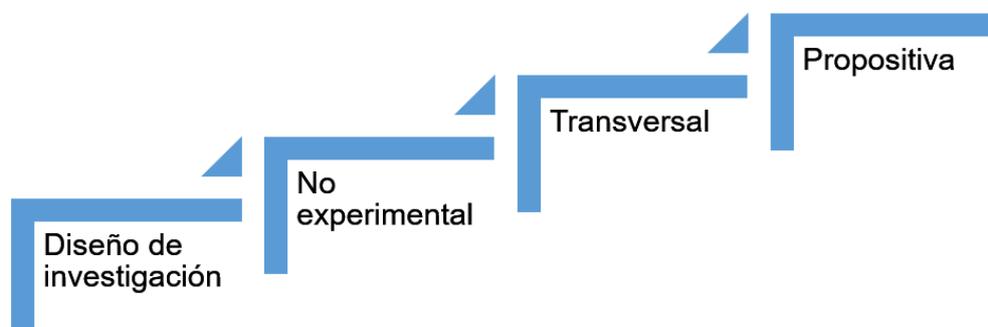
Tipo de investigación por el diseño: Según (Hernández Sampieri, 2017) el diseño de Investigación es no experimental propositiva, debido a que se está realizando una propuesta de predimensionamiento para una planta de tratamiento de aguas residuales. Se tendrán en cuenta parámetros para el predimensionamiento, de acuerdo a ello se calcularán los parámetros y se harán sus respectivos análisis.

Tipo de investigación por el nivel: El alcance descriptivo, busca especificar propiedades, características y rasgos importantes de cualquier fenómeno que se analice, por lo cual pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren. Por lo tanto, el siguiente trabajo de investigación es descriptivo, permitirá observar la problemática, describir y caracterizar sus rasgos, para así se pueda medir de manera independiente las características de la variable o sus dimensiones.

Diseño de experimento: Este estudio presenta un diseño no experimental, en el cual no hay manipulación de variables independientes. No experimental, porque los datos y resultados se

recibirán durante la ejecución de la variable. Propositiva, ya que se realizará la propuesta de una planta de tratamiento de aguas residuales.

Figura 1. Diseño de experimento



Elaboración: Propia

Enfoque de la investigación: Según Hernández Sampieri, el enfoque cuantitativo: Se encarga de recolectar y de analizar distintos datos para que así se pueda contestar las preguntas de investigación, y así se pueda llevar a probar las hipótesis si esta existiera o no en el trabajo de investigación. Es por ello que, en el presente trabajo, el enfoque del estudio es cuantitativo, ya que se utiliza y recolectaran datos para poder contestar la pregunta de investigación y a su vez pueda permitir medir la variable de manera numérica.

### 3.2. Operacionalización de variables

Variables: Presenta una variable fáctica, ya que se realizará el predimensionamiento de una planta de tratamiento de aguas residuales a partir de métodos y búsqueda bibliográfica. El predimensionamiento es aquel proceso en la cual se estima las dimensiones iniciales de los elementos que se estructuraran y esto permitirá analizarlos correctamente y a profundidad con el fin de obtener resultados óptimos (López, 2019).

Matriz de convergencia, en la siguiente tabla se mostrará las variables, dimensiones e indicadores:

Tabla 2. Matriz de convergencia.

VARIABLE		DIMENSIONES	INDICADORES
Variable fáctica	Predimensionamiento	Pretratamiento	Caudal de diseño y canal de entrada
			Desbaste
			Desarenador
		Tratamiento primario	Tamices
			Decantador primario
			Manejo de residuos de pretratamiento
		Tratamiento secundario	Lodos activados
		Tratamiento terciario	Desinfección
			Nitrificación y desnitrificación
			Eliminación de fosforo
			Reusó de aguas residuales
		TEMA	
Eje temático	Estándares del ministerio de construcción y saneamiento	Parámetros	Caudal y medidas
TEMA		EJE TEMATICO	SUB-EJES-TEMATICOS
Eje propositivo	Diseño de una planta de tratamiento de aguas	Aspectos intrínsecos	Capacidad de tratamiento de aguas

Elaboración: Propia

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

**3.3.1. Población:** La población del proyecto de investigación será la cantidad total de aguas residuales domésticas vertidas en el distrito de Hunter-Arequipa. Población infinita / finita: Población Infinita, odas las aguas residuales domesticas generadas en el distrito de Hunter-Arequipa.

Población objetivo (criterios de inclusión o exclusión)

Criterio: Los domicilios de las familias del distrito de Hunter- Arequipa que generen aguas residuales domésticas, todas las aguas residuales domesticas que se generen en el distrito de Hunter- Arequipa.

**3.3.2. Muestra:** Tamaño de muestra; Según el último censo del 2017, el distrito de Hunter cuenta con 11278 viviendas, por lo cual es la cantidad estimada que se tiene y que genera aguas residuales en cada una de estas viviendas, es por ella que las muestras serán tomadas a partir de la generación de aguas de las 11278 viviendas y esto permitirá estimar el caudal de ingreso a la planta de tratamiento.

**3.3.3. Muestreo:** El tipo de muestreo es probabilístico, ya que todos los factores de búsqueda tienen la misma probabilidad de ser seleccionados, ya que dependen de principalmente de la producción de aguas residuales de cada domicilio del distrito de Hunter- Arequipa.

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

Técnicas de recolección de datos: En este trabajo de investigación se utilizará la revisión bibliográfica como técnica principal, ya que los datos para el diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales se basarán principalmente en normativas técnicas e información segunda y principal

que se recopile de la zona de estudio (Hunter -Arequipa). Se debe considerar que la información que se obtenga de la revisión documentaria, será filtrada de acuerdo a los estándares de infraestructura y calidad de los distintos ministerios.

Instrumento de recolección de datos: Sobre la base de las técnicas de revisión de la literatura, las herramientas de recopilación de datos y las tablas de resumen estarán disponibles para cada etapa de la encuesta, como se describe a continuación:

La recopilará datos sobre estudio de suelos, infraestructura, criterios de diseño y criterios de calidad del agua para diseñar la planta de tratamiento adecuada (Guía de observación N°1, N°2, N°3 y N°4).

Tabla 3. Instrumentos de recolección de datos.

Etapas de investigación	Instrumento	Validación
Pre tratamiento	Guía de observación N° 1	Estándares de calidad de agua (ECA)- DS N° 004-2017 MINAM
		Norma técnica de edificación – OS 090
		Juicio de expertos
Tratamiento primario	Guía de observación N° 2	Lineamientos de Diseño Estándar de pequeña Infraestructura Sanitaria en Proyectos de Saneamiento Urbano-RM N°153-2019- Vivienda

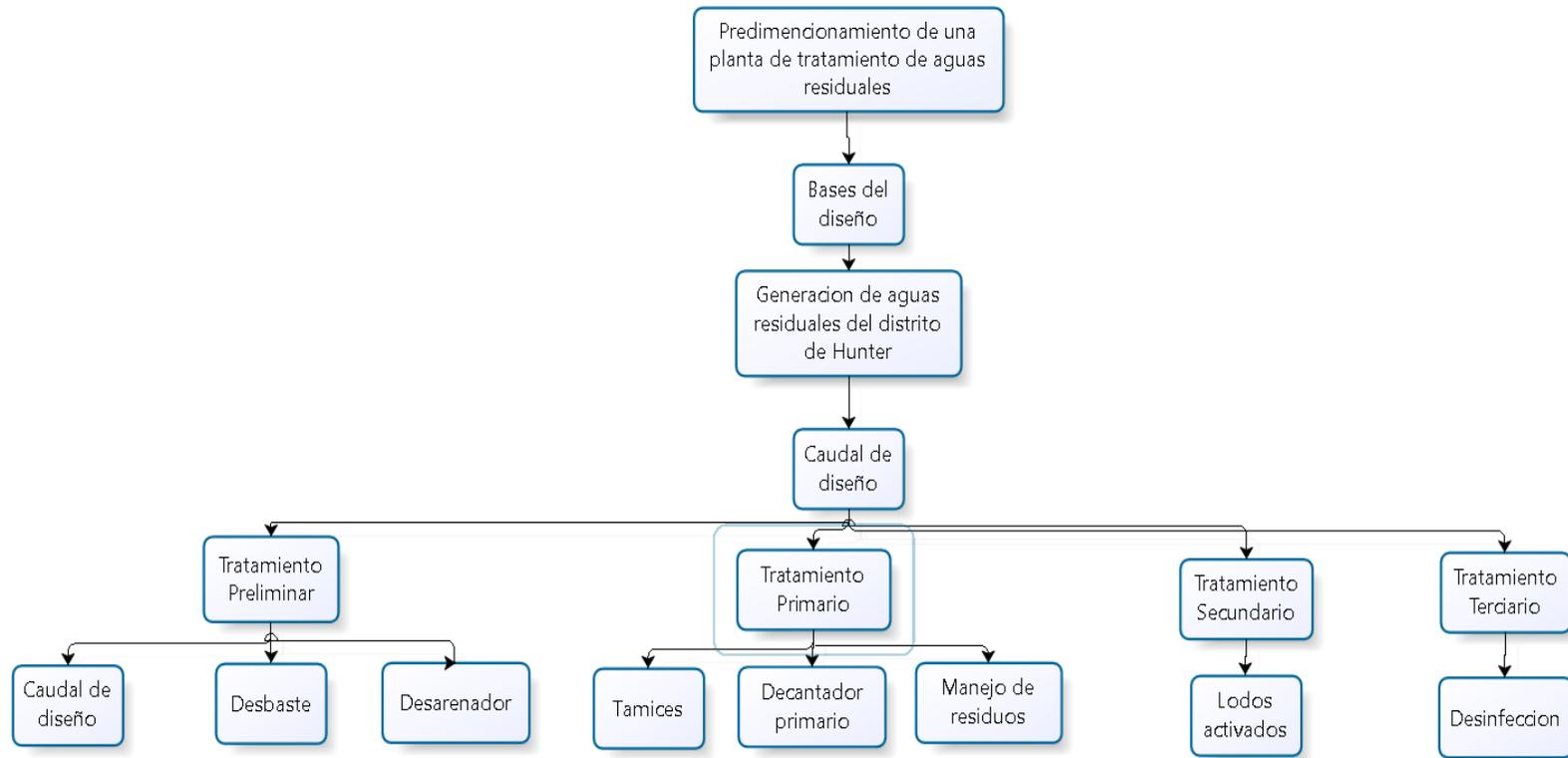
		Juicio de expertos
Tratamiento secundario	Guía de observación Nº 3	Diagnóstico de plantas de tratamiento de aguas residuales en el ámbito de operaciones de una prestadora de servicios de aguas residuales – SUNASS
Etapas de investigación	Instrumento	Validación
		Juicio de expertos
Tratamiento terciario	Guía de observación Nº 4	Norma técnica para el tratamiento de aguas residuales para el consumo humano-OS 020
		Juicio de expertos

Elaboración: Propia

Validación del instrumento de recolección de datos: El presente trabajo de investigación trabajara con las normas técnicas e informes técnicos como instrumentos de recolección de datos, estas normas e informes serán evaluados y validados por los especialistas que se encuentran trabajando en el área; Las instrucciones de monitoreo para la recolección de datos deben ser validadas por la Ing. Cinthya Carla García Bombilla, quien dará conformidad del instrumento mencionado según el Anexo Nº 1. Confiabilidad de los instrumentos de recolección de datos: Debido a que se utilizaran normas técnicas e informes, la confiabilidad de los instrumentos de recopilación documentaria se basara principalmente al visto bueno del especialista, garantizando así el trabajo de investigación.

### 3.5. Procedimientos

Figura 2. Procedimiento



Elaboración: Propia

Aspectos generales del desbaste: Dentro del proceso de tratamiento de aguas, el primer proceso suele ser la Procesos de desbaste, donde ocurren a través de separadores tipo malla o, a menudo, tipo tamiz. Este proceso suele ser el que se encarga de la separación de materia gruesa con el efluente para así poder fluir por las rejillas o el tamiz; Generalmente cuando se intenta remover solidos con diámetros de 1 a 3 mm, las rejillas resultan ser muy eficientes, es por ello que es muy usual la utilización de estas en plantas de tratamiento de aguas; Cuando se realiza el diseño de las rejillas, es fundamental tener en cuenta la velocidad del flujo, ello permite ver la eficiencia de las rejillas, es por ello que la velocidad debe estar entre  $0.45 \leq v \leq 0.75$  m/s, a velocidades menor a 0.45 suelen existir problemas de obstrucción en las rejillas.

Espaciamiento: Respecto al mantenimiento de estas rejillas se debe tener en cuenta si es que el mantenimiento se dará de manera manual o mecánica. El espaciamiento entre las rejillas debe ser de la siguiente manera según el Ministerio de Vivienda: Primero, 15 a 50 mm para rejillas limpiadas manualmente; Segundo, 3 a 77 mm para rejillas limpiadas mecánicamente.

Velocidad mínima de aproximación: Para que se dé una correcta acumulación, la velocidad debe encontrarse entre los rangos de: Primero, 0.3 y 0.6 m/s para rejillas limpiadas manualmente; Segundo, 0.3 y 0.9 m/s para rejillas limpiadas mecánicamente.

Diseño de canal: Para que se pueda plantear un correcto diseño de las rejillas es necesario conocer las dimensiones donde se planteara la construcción.

Radio hidráulico: Para el cálculo del radio hidráulico es necesario primero calcular el área del canal, la cual suele ser la forma de un rectángulo. Para el cálculo del radio hidráulico se utilizará la siguiente:

Ecuación 1. Radio hidráulico.

$$R = \frac{b * h}{b + 2h}$$

Donde:

R=Radio Hidráulico

b= Base del canal

h1= Altura del canal hasta el nivel de agua

Una vez calculado el R, se procede a calcular la velocidad a la cual se transportará el agua residual generado, por lo tanto, para el cálculo se tendrá en cuenta la ecuación de Manning, como se puede observar en la siguiente:

Ecuación 2. Manning.

$$V = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * S^{1/2}$$

Donde:

v= Velocidad (m/s)

n= Coeficiente de Mannig (0,013 para canales de hormigón)

R=Radio Hidráulico (m)

S=Gradiente Hidráulico (m)

Diseño de rejillas: Para el diseño de las rejillas se debe tener en cuenta el área, sección transversal, numero de barras, longitud y perdida de carga, como se indica a continuación; Área entre barras: Se debe tener en cuenta la siguiente fórmula para su cálculo:

Ecuación 3. Área de barras.

$$A_b = \frac{Q}{v}$$

Donde:

Ab= Área entre barras (m2)

Q=caudal (m3/s)

v= Velocidad de aproximación (m/s)

Área de la sección transversal del flujo: El área de la sección transversal del flujo se calcula con la siguiente fórmula:

Ecuación 4. Área de sección transversal.

$$A_1 = \frac{A_b(W + e)}{W}$$

Donde:

$A_b$  = Área entre barras (m<sup>2</sup>)

$W$  = separación entre barras (m)

$e$  = espesor máximo de barras (m)

Numero de barras: Es importante calcular el número de barras, ya que permitirá esta vez cuando retención es que se dan en las barras respecto a la materia orgánica, la cual se calcula con la siguiente.

Ecuación 5. Numero de barras.

$$N^{\circ} = \frac{b - W}{W - e}$$

Donde:

$N^{\circ}$  = Número de barras

$b$  = base del canal

$W$  = separación entre barras (m)

$e$  = espesor máximo de barras (m)

Longitud de las rejillas: Para el cálculo de las rejillas, es necesario saber el nivel máximo de agua, ya que permitirá saber que longitud tendrán estas.

Ecuación 6. Longitud de rejillas.

$$d_{max} = \frac{Q}{V * b}$$

La longitud se calcula con la siguiente, con la siguiente demostración:

Ecuación 7. Longitud.

$$L_s = \frac{d_{max}}{\text{sen}_f}$$

Donde:

$d_{max}$ = Nivel máximo de agua

$v$ = velocidad de aproximación

$b$ =ancho del canal

$f$ = grado de inclinación de las barras

Perdida de carga: El cálculo de la pérdida de carga nos permite ver la fricción que existe entre el fluido y el material articulado, es por ello que se puede determinar con la ecuación de Kirschmer:

Ecuación 8. Kirschmer.

$$h_c = \beta \left( \frac{e}{W} \right)^{4/3} \frac{V^2}{g^2} \text{sen } \partial$$

Donde:

$h_c$ = Pérdida de carga (m)

$e$ = Espesor máximo de las barras (m)

$w$ =Separación entre barras (m)

$v^2/g^2$ = Carga de velocidades antes de la reja (m)

$p$ = Angulo de inclinación de las barras

$B$ = Factor dependiente de la forma de la barra

Trampa de grasas: La trampa de grasa es muy importante y es por ello que se incluyen en los tratamientos de agua doméstica, ya que muchas de estas aguas suelen estar cargadas de detergentes y grasas. La función principal es evitar que se dé una obstrucción en las tuberías del alcantarillado y esto a su vez la proliferación de malos olores. Al momento de realizar el diseño del atrapa grasas, los tiempos que se utilizan para la retención se diseñan normalmente entre 15 a 30 minutos con un tamaño mínimo de 2.8 m<sup>2</sup>.

Parámetros de diseño: El diseño debe evaluarse en base a las propiedades del agua residual a tratar, también se debe tener en cuenta que la capacidad mínima de almacenamiento de grasas debe ser por lo menos ¼ parte del caudal de diseño, el cual vendría a ser el caudal

máximo. La normativa nos indica que por lo general las características de diseño suele ser:

0.25 de área por cada L/s

Relación: ancho / longitud de 1:4 hasta 1:18

Una velocidad ascendente mínima de 4 mm/s

**Sedimentación:** Es un proceso físico que tiene como función principal eliminar los sólidos que se encuentran sedimentados en las aguas residuales, generalmente este proceso se suele dar por acción de la gravedad.

La aplicación de esta depende principalmente de la naturaleza del efluente y el tamaño de la suspensión, temperatura y el tiempo de reposo del efluente. Los tanques de sedimentación primera eliminan entre 50 a 70 % de sólidos suspendidos y de 25 a 40 % en DBO. Es por ello el uso concurrente de los tanques primarios

**Tipos de sedimentadores:** Consideración de diseño: Para la carga de superficie, para verificar la superficie de la carga, se debe tener en cuenta el tipo de sedimento que se decantara, y este a su vez debe ser reducido para que así la eficiencia de las instalaciones sea elevada. Para determinar el área del sedimentador, en base a la carga superficial se realiza mediante la siguiente:

Ecuación 9. Carga de superficie.

$$A = \frac{Q}{C_s}$$

Donde:

A= Área (m<sup>2</sup>)

Q= Caudal a tratar en el sedimentador primario m<sup>3</sup>/h

C<sub>s</sub>= Carga superficial (m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>\*d)

**Área de superficie del sedimentador:** Para el cálculo del sedimentador se debe tener en cuenta la siguiente:

Ecuación 10. Área de superficie del sedimentador.

$$A = \frac{Q}{V_s}$$

Donde:

A= Área superficial del sedimentador (m<sup>2</sup>)

Q= Caudal a tratar el sedimentador primario (m<sup>3</sup>/h)

V<sub>s</sub>= Velocidad terminal (m/h)

Para calcular las medidas del interior del sedimentador, se tiene que utilizar una relación de 1 a 2 entre el ancho y el largo.

Ecuación 11. Área del interior del sedimentador.

$$A = L_g * A_n$$

Donde:

L<sub>g</sub>= Largo del sedimentador (m)

A<sub>n</sub>= Ancho del sedimentador (m)

Aplicando la relación se obtiene: El área del sedimentador se calcula con la siguiente formula:  $A = 2A_n * A_n$

Al reemplazar la ecuación en la ecuación anterior, se obtiene la siguiente formula:

$$A_n = \sqrt{\frac{A}{2}}$$

Volumen de tanque del sedimentador: Para el cálculo del tanque del sedimentador se utiliza la siguiente formula:

Ecuación 12. Volumen del sedimentador.

$$V = A_n * L_g * h$$

Donde:

V= Volumen del tanque de sedimentador

A<sub>n</sub>= Ancho del sedimentador

Lg= Largo del sedimentador

h= Altura del sedimentador

Diámetro del sedimentador: El diámetro del sedimentador se procede a calcular con la siguiente formula:

Ecuación 13. Diámetro del sedimentador.

$$D = \sqrt{4 * \frac{A}{\pi}}$$

Donde:

D= Diámetro del sedimentador

A= Área del sedimentador

π= Número irracional (3,4159)

Tiempo de retención hidráulico: Es importante el cálculo del tiempo de retención hidráulico, ya que nos permitirá calcular el tiempo que una partícula demora en recorrer la longitud del sedimentador. Es por ello que el tiempo de retención se calcula con la siguiente formula:

Ecuación 14. Tiempo de retención hidráulica.

$$Trh = \frac{Q}{V}$$

Donde:

Trh= tiempo e retención hidráulico (h)

Q=Caudal a tratar (m<sup>3</sup>/h)

V= Volumen del sedimentador (m<sup>3</sup>)

Área de la sección transversal: Para el cálculo del área de la sección transversal se debe utilizar el largo del sedimentador y el volumen que este pueda tener, teniendo esos datos se procede a utilizar la siguiente formula.

Ecuación 15. Área de la sección transversal.

$$At = \frac{V}{Lg}$$

Donde:

At=Área de la sección transversal

V= volumen del tanque de sedimentador

Lg= largo del sedimentador

Remoción de DBO y solidos suspendidos: Para que exista una buena eficiencia en la remoción de solidos suspendidos, se debe tener en cuenta la concentración del efluente y el tiempo de retención, el cual se calcula con la siguiente formula:

Ecuación 16. Remoción de DBO y solidos suspendidos.

$$R = \frac{Trh}{a + bTrh}$$

Donde:

R=porcentajes de remoción esperado (%)

Trh= tiempo nominal de retención (h)

a y b= constantes empíricas

Coagulación – floculación: Este proceso permite mejorar la eliminación de los sólidos suspendidos que se encuentran aún en las etapas anteriores, es como un proceso de filtrado más, sobre todo se encarga de atrapar las partículas que presentan alta concentración de grasas.

Consideraciones para el diseño: Área de coagulación y floculación, Para calcular el área del tanque de coagulación y floculación se requiere ya haber determinado la superficie, la cual se calcula con la siguiente:

Ecuación 17. Área de coagulación.

$$A = \frac{Q}{C_s}$$

Donde:

A=Área de tanque de floculación (m2)

Q=Caudal a tratar en el tanque de floculación (m<sup>2</sup>/h)

Cs= carga superficial (m<sup>3</sup>/m\*d)

Ancho de tanque: También se requiere tener el ancho del tanque, es por ello para su cálculo se utiliza la siguiente:

Ecuación 18. Ancho de tanque.

$$A_n = \sqrt{\frac{A}{2}}$$

Donde:

A= Área del tanque de floculación

A<sub>n</sub>= Ancho del tanque de floculación

Longitud de tanque: Una vez calculado la longitud del tanque de coagulación y floculación, se procede a calcular el valor del ancho con la siguiente:

Ecuación 19. . Longitud de tanque.

$$L_g = \frac{A}{A_n}$$

Donde:

A=Área del tanque de floculación (m<sup>2</sup>)

A<sub>n</sub>= Ancho del tanque de floculación (m)

L<sub>g</sub>= Largo del tanque de floculación (m)

Volumen del tanque de coagulación – floculación: Con los datos calculados anteriormente se puede obtener el volumen que se debe requerir para el tanque de coagulación y floculación:

Ecuación 20. Volumen de tanque.

$$V = A_n * L_g * h$$

Donde:

V=Volumen del tanque floculador

An= Ancho del tanque floculador

Lg= Largo del tanque floculador

h= altura del tanque floculador

Diámetro del tanque de coagulación – floculación: Para el cálculo del diámetro del tanque se debe determinar con la siguiente:

Ecuación 21. Diámetro de tanque de floculación.

$$\phi = \sqrt{4 * \frac{A}{\pi}}$$

Donde:

O=Diámetro del tanque floculador

A=Área del sedimentador.

Pi= Número irracional (3,14159).

Tiempo de retención hidráulica: Una vez que se tenga el caudal de ingreso y el volumen de efluente a tratar, se determinara el tiempo de retención hidráulico con la siguiente:

Ecuación 22. Tiempo de retención hidráulica.

$$Trh = \frac{Q}{V}$$

Donde:

Trh= tiempo de retención hidráulico (h)

Q= caudal a tratar (m3/h)

V= volumen del tanque floculador (m3)

Se debe tener en cuenta que, si se cuenta con un adecuado sistema de coagulación y floculación, este permitirá un adecuado tratamiento de las aguas residuales y al mismo tiempo tener un adecuado sistema de tratamiento de lodos activados, es por ello que es necesario que se tengan paletas en los tanques para que exista un correcto mecanismo de agitación.

Potencia necesaria: La potencia adecuada para que se pueda disipar una buena mezcla se deberá calcular con la siguiente:

Ecuación 23. Potencia.

$$P = G^2 * \mu * V$$

Donde:

P= potencia necesaria

G= gradiente medio de velocidad

U= Viscosidad dinámica

V= volumen del floculador

Se debe tener en cuenta que los tiempos de retención hidráulico que se encuentren comprendidos entre 30 a 60 minutos, las gradientes de velocidad (G) oscilan entre 50 a 100.

Área de paletas: Se presentará con las siguientes formulaciones, para la asignación del área de las paletas.

Ecuación 24. Área de paletas.

$$A = \frac{2 * P}{C_D * \rho * V^3}$$

Donde:

A: Área de la sección transversal de las paletas

P= potencia necesaria

Cd= coeficiente de resistencia al avance de las paletas

P= densidad del fluido

V= velocidad relativa de las paletas con respecto al fluido (m/s) en general se asumen entre 0,6 y 0,75.

Filtro biológico: Diseño del filtro biológico con carbón activado, para la disminución microbiológica y el tratamiento de aguas, se considerará la utilización de carbón activado como filtro, ya que el material tiene un

costo muy bajo y de igual forma nos permite volverlo a utilizar en los tratamientos, llevando así a ser un material con un ciclo de vida alto.

Diseño del filtro con carbón activado: Constante de estabilidad, para la constante de estabilidad es necesario tener en cuenta la función que presenta la temperatura del agua residual y ver de qué manera esta influye en la velocidad de reacción del proceso biológico.

Área superficial del filtro: Para el cálculo del área de la superficial del filtro a utilizar, se debe tener en cuenta primero el volumen del filtro y a partir de ello la profundidad, por lo tanto, la profundidad según la normativa del ministerio de vivienda es de 1.5m. El área de calcula de la siguiente manera.

Ecuación 25. Superficie de filtro.

$$A_F = \frac{V_F}{P}$$

Donde:

Af= Área superficial del filtro

Vf= Volumen del filtro

P= Profundidad

Largo y ancho del filtro: Para calcular el largo del filtro, la sección del filtro es un cuadrado, ya que es la manera más eficiente para el cálculo del largo y ancho del filtro según la siguiente:

Ecuación 26. Largo y ancho del filtro.

$$Lg = \sqrt{A_F}$$

Donde:

Lg=Largo del filtro

Af=Ancho del filtro

Carga orgánica al filtro: La carga orgánica del filtro está en función a la

cantidad de materia orgánica para el tratamiento de aguas, la cual se puede calcular con la siguiente fórmula:

Ecuación 27. Carga orgánica al filtro.

$$W = C * Q$$

Donde:

C=Concentración del afluente, expresada en kg/m<sup>3</sup>

Q=Caudal del afluente, expresado en (m<sup>3</sup>/d)

Eliminación de DBO: Para la eliminación del DBO, se debe tener en cuenta la carga orgánica aplicada (W) y también se debe tener en cuenta la eficiencia (E) del filtro y así se puede aplicar recién la siguiente:

Ecuación 28. Eliminación de DBO.

$$DBO_{ELIMINA} = E * W$$

Donde:

W=Carga orgánica aplicada

Sedimentador secundario: Para el diseño de los sedimentadores secundarios, generalmente suelen ser circulares, pero también se debe tener en cuenta que los diseños cuadrangulares o rectangulares presentan también una buena eficiencia; Para el diseño del sedimentador secundario, se debe tener en cuenta que las velocidades con flujos menores a 0.6 (m/s) son óptimos para el tratamiento.

Consideraciones del diseño: Para calcular el área del sedimentador, se debe tener en cuenta que se obtiene a partir de la relación de Mercalf y Eddy, de igual forma para su cálculo se debe utilizar el valor de la carga de superficie para el sedimentador.

Ecuación 29. Área de sedimentador secundario.

$$A = \frac{Q}{C_s}$$

Donde:

A=Área el sedimentador secundario (m<sup>2</sup>)

Q=Caudal (m<sup>3</sup>/h)

Cs= Carga superficial (m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>\*d)

Diámetro del sedimentador: Para el cálculo del sedimentador se debe tener en cuenta la siguiente ecuación:

Ecuación 30. Diámetro del sedimentador.

$$O = \sqrt{4 * \frac{A}{\pi}}$$

Donde:

O = Diámetro del tanque floculador

A = Área del sedimentador

Pi = Número irracional (3,14159)

Ahora para el caculo del diámetro de reparto central, suele ser un 25%;

Ecuación 31. Diámetro del reparto central.

$$R_{Central} = O * 25\%$$

Una vez obtenido los datos, se procede a determinar la profundidad del sedimentador secundario, la cual se realiza de la siguiente manera:

Ecuación 32. Profundidad del sedimentador.

$$H_{reparto} = \frac{1}{4} * profundidad$$

También se debe terminar la carga del vertedero a través de la siguiente:

Ecuación 33. Carga del vertedero.

$$Carga\ del\ vertedero = \frac{Q}{\pi * \phi}$$

Donde:

Q=Caudal a tratar en el sedimentador secundario

S=Diámetro del sedimentador

Para el cálculo del ancho del sedimentador se debe tener en cuenta la siguiente.

Ecuación 34. Ancho del sedimentador.

$$A_n = \sqrt{\frac{A}{2}}$$

Para el cálculo del largo, se debe considerar la siguiente formula.

Ecuación 35. Largo del sedimentador.

$$L_g = \frac{A}{A_n}$$

Con los valores obtenidos, se podrá calcular el volumen del sedimentador:

Ecuación 36. Volumen del sedimentador.

$$V = A_n * L_g * h$$

Donde:

V=Volumen del tanque de sedimentador

An= Ancho del sedimentador

Lg= Largo del sedimentador

h= altura del sedimentador

También es necesario poder calcular el tiempo de retención hidráulica, ya que el valor de esta depende principalmente del volumen del sedimentador.

Ecuación 37. Tiempo de retención hidráulica.

$$Trh = \frac{Q}{V}$$

Donde:

Trh= Tiempo de retención hidráulico (h)

Q= Caudal a tratar (m<sup>3</sup>/h)

V= Volumen del sedimentador (m<sup>3</sup>)

Dimensión del Pretratamiento: El presente punto se desarrollará las dimensiones establecidas en la matriz de consistencia, teniendo en cuenta los instrumentos de validación de información para cada indicador.

Caudal de diseño: Para realizar el cálculo del caudal de ingreso se tuvo en cuenta la dotación (corresponde al aporte de aguas residuales generadas por la actividad doméstica en el distrito de Hunter) para así poder estimar el caudal de ingreso de la planta de tratamiento de aguas residuales.

La dotación para conexiones domiciliarias según el reglamento de edificación es de 115 l/hab/d del distrito de hunter, teniendo una población de 46612 habitantes, también se tuvo en cuenta el coeficiente de retorno sanitario (es la fracción porcentual del consumo total de agua potable que es usada en el hogar), que fue establecido por el informe del MVCS, que indica que es varía entre 70 a 85%, lo cual permite para el presente diseño se pueda tomar un promedio de 0.8 como coeficiente de retorno.

$$Q_{dom} = \frac{115 * 46612 * 0.8}{86400} = 49.63 \text{ L/s}$$

Ahora es necesario calcular el caudal mínimo y el caudal máximo para, según el informe del MCVS, el caudal mínimo que se debe utilizar correspondería al 0.3 Qdom, y para el caudal punta, sería 5\* Qdom.

$$Q_{minimo} = Q_{dom} * 0.3 = 49.63 * 0.3 = 14.89 \text{ L/s.}$$

$$Q_{punta} = Q_{dom} * 5 = 49.63 * 5 = 248.15 \text{ L/s.}$$

Tabla 4. Parámetro

Parámetro	Calculo
Caudal domestico	49.63 L/S
Caudal mínimo	14.89 L/S
Caudal punta	248.15 L/S

Elaboración: Propia

Desbaste: Para el cálculo del desbaste, se tendrá en cuenta la cantidad de retención de residuos, como plásticos, trozos de madera y ramas, lo cual permitirá que el nivel de sólidos disminuya; En el presente diseño, y ya que la utilización que tendrá este, en el distrito de Hunter, será de un mantenimiento manual y tendrá una separación entre barrotes para los 3 niveles de residuos que retenga, entre ellas esta:

Se tomó como promedio entre ellas, la separación mínima y máxima, para tener una mejor eficiencia en la retención de sólidos.

- Fina: entre 0,5 y 1,5 cm de separación, la separación será de 1 cm
- Media: entre 2 y 3 cm de separación, la separación será de 2.5 cm
- Gruesa: mayor a 5,0 cm de separación, la separación será de 5 cm

También se tuvo en cuenta al realizar el diseño, la inclinación que más conviene para el proceso de limpieza de estas rejillas es una posición de rejillas de manera vertical. Según la normativa de infraestructura para el diseño de plantas de tiramiento, el tamaño de los barrotes usados en las rejillas se diseñará con el fin de que este pueda tener una gran acumulación de residuos, a fin de que pueda ser suficiente fuerte y pueda ayudar en la retención, siendo estas rejillas de barrotes de 1 pulgada de diámetro para las finas y ½ de pulgada para las gruesas.

Cálculos para el canal: Las dimensiones del canal se han basado en las medidas de los canales alrededor de las mismas y también se debe tener en cuenta que el presente diseño de planta de tratamiento es pequeño, para el distrito de Hunter, es por ello que las dimensiones tomadas se

tuvieron en cuenta de una planta de tratamiento de aguas residuales que se encuentra en el CITRAR –UNI, del distrito del Rímac, Lima.  $b = 0,32$  m,  $h = 0,50$  m.

El área transversal del canal se calcula con la ecuación:  $A= b \cdot h$ ;  $A = 0.32\text{m} \cdot 0.5\text{m}$  y  $A= 0.16\text{m}^2$ . También se calculó el radio hidráulico usando las ecuaciones:

$$R = \frac{b \cdot h}{b + 2h}$$

$$R = \frac{0.32 \cdot 0.5}{0.32 + 2 \cdot 0.5}$$

$$R = 0.1212 \text{ m}$$

Luego se calcula la velocidad a la que se transporta el agua residual mediante la siguiente ecuación, usando. En el presente diseño, se tendrá en cuenta la normativa de construcción de plantas de tratamiento, donde indica que la pendiente ideal es de 0.00057, para tener una correcta distribución del tratamiento.  $S= 0.00057$ ,  $n = 0.013$ .

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{3/2} \cdot S^{1/2}$$

$$V = \frac{1}{0.013} \cdot 0.1212^{3/2} \cdot 0.00057^{1/2} \quad V= 0.448 \text{ m/s}$$

Los datos obtenidos fueron los siguientes:

Tabla 5. Parámetro 2

Parámetro	Calculo
Área del canal	16m <sup>2</sup>
Radio Hidráulico	1212 m
Pendiente	00057
Velocidad	448 m/s

Elaboración: Propia

Desarenador: Para el diseño del desarenador se tendrá en cuenta los modelos europeos, lo cual indican un ensanchamiento del canal del pretratamiento, donde así se podrá disminuir la velocidad y este permitirá que se pueda llegar a sedimentar mayor cantidad de partículas. Según el diseño de Moreno López, 2017, la velocidad de sedimentación para diferentes tamaños de arenas a una temperatura ambiente, tiene una eliminación cercana al 90%.

Tabla 6. Diámetro de partícula.

Diámetro de partícula	Velocidad de sedimentación
0,15 mm	40 a 50 m/h
0,20 mm	65 a 75 m/h
0,25 mm	85 a 95 m/h
0,30 mm	105 a 120 m/h

Elaboración: Propia

Según los criterios establecidos en el diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales, se pudo identificar que los criterios óptimos de un diseño de desarenador según Lozano-Rivas, 2018.

Tabla 7. Parámetro 3

Parámetro	Valor o rango
Carga superficial	40 a 70 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> *h (a caudal punta)
Tiempo de retención hidráulica (TRH)	100 a 300 s (a caudal punta) más frecuentemente = 180 s
Velocidad horizontal	0,20 a 0,40 m/s (a caudal punta)
Longitud	10 a 30 veces la altura de la lámina de agua
Altura mínima de la unidad	1 m
Altura máxima de la unidad	2.5 m

Elaboración: Propia

La cantidad de arena removida que se espera por estas unidades oscila entre 5 y 40 ml por m<sup>3</sup> de agua residual tratada para alcantarillados sanitarios, con valores típicos cercanos a los 20 ml/m<sup>3</sup>.

Dimensión del tratamiento primario: Esta etapa tiene como objetivo eliminar, por efecto de la gravedad, los sólidos suspendidos de las aguas residuales.

Tamices: La selección de este tipo de unidades se hizo a partir de las diferentes alternativas que ofrecen los fabricantes y de las características propias del diseño del tamiz. Sin embargo, para tener un referente, Lozano-Rivas plantea unos valores indicativos de la capacidad de tamizado de estas unidades. La capacidad de trabajo de los tamices rotatorios son los siguientes:

Tabla 8. Abertura del tamiz (mm)

Abertura del tamiz (mm)	Caudal tratado por metro lineal (m <sup>3</sup> /h)
0.15	30
0.25	50
0.5	90
0.75	120
1	145
1.5	180
2	210
2.5	240
3	260

Elaboración: Propia

Decantador primario: Estas unidades pueden alcanzar niveles de remoción de entre 25 y 40% para DBO y entre 50 y 70% para SST. Tenemos los siguientes:

Tanque decantador; Estructuras de entrada y salida del agua; Puente (móvil) del decantador; Dispositivos de eliminación y extracción de flotantes; Dispositivos de extracción de fangos.

Para el siguiente diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales, se tuvo en cuenta el modelo establecido por Lozano-Rivas, 2018; ya que cumple con los indicativos de la norma de infraestructuras del diseño de planta de tratamiento de aguas residuales.

Tabla 9. Parámetro de valor o rango

Parámetro	Valor o rango
Tiempo de retención hidráulica (TRH)	2 a 3 horas (sin tratamiento secundario posterior a caudal punta)
	2 a 3 horas (con tratamiendo biológico posterior a caudal punta)
Carga superficial	2 a 3 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> *h (a caudal punta)
Capacidad de tratamiento de cada unidad	<0,25 m <sup>3</sup> /s (a caudal punta)
Carga sobre el vertedero	< 40 m <sup>3</sup> /h*m lineal del vertedero perimetral (a caudal punta)
Profundidad del decantador (en la vertical del vertedero de salida)	2.5 a 4m
Pendiente del fondo hacia la poceta de los fangos	2 a 8%
Relación diámetro/ altura	5 a 6
Diámetro de la campana deflectora	15 a 20 % del diámetro del decantador
Altura de la campana deflectora	33 a 20 % de la profundidad del decantador
Velocidad máxima perimetral	< 120 m/h

del puente decantador	
Características de la poceta de fangos	Tronco-cono invertido con una pendiente aprox. De 1:12
	Capacidad de almacenamiento de lodos generados: entre 1 y 5 horas

Elaboración: Propia

Se estima una producción de natas y flotantes de 5 mg/m<sup>3</sup> de agua tratada, con una concentración de 6 g/L.

Manejo de residuos: Las grasas removidas se conducen a un depósito donde el reposo permite concentrar las grasas en la superficie y evacuar el agua por el fondo, retornándola nuevamente a la entrada del desarenador; Los parámetros que deben tener estos lodos residuales de decantación primaria según la guía el MVCS, son:

Tabla 10. Parámetro, valores típicos

Parámetro	Valores típicos
SST(g/hab*d)	30 a 38
Contenido de agua (%)	92 a 96
Fracción orgánica (medida como % de sólidos volátiles – SSV en base seca)	70 a 80
Grasas (% base seca)	12 a 15
Proteínas (% base seca)	4 a 15
Carbohidratos (% base seca)	8 a 12
pH	5,0 a 7,0
Poder calorífico (kcal/kg)	4000 a 5000

Elaboración: Propia

Dimensión del tratamiento secundario: La materia orgánica en suspensión y disuelta es convertida, mediante procesos de oxidación química, en biomasa y sólidos inorgánicos sedimentables.

Lodos activados: Los lodos activados, al igual que los procesos de tratamiento de agua residual, deben presentar una correcta caracterización, a pesar de que antes estos fuera considerados residuos peligrosos, según el MVCS, los lodos se distinguen de 3 formas, las cuales lo ideal para cualquier tipo de procesamiento es con una carga baja, por lo cual se tendrá en cuenta la siguiente tabla de caracterización.

Tabla 11. Parámetros 3

Parámetro	Alta Carga	Media Carga	Baja Carga
Color de fango	Gris marrón	Marrón	Chocolate
Tempo de retención celular	5 a 10	5 a 15	20 a 30
Tasa de Recirculación (%)	100 a 500	25 a 50	75 a 150
Respiración Endógena (mg O <sub>2</sub> /g <sup>2</sup> *h)	10	3 a 10	Menor 3
Consumo de oxígeno (mg O <sub>2</sub> /g <sup>2</sup> *h)	Mayor a 100	30	Menor a 10
Eficiencia media (%)	80	90	90

Elaboración: Propia

Dimensión del tratamiento terciario: El tratamiento terciario permite que las aguas residuales puedan tener un tratamiento adicional al proceso biológico secundario, lo cual permite la remoción de materia orgánica existente. El objetivo de este tratamiento será eliminar los contaminantes aun existentes, es por ello que se tiene en cuenta el ECA de agua para ver el cumplimiento.

Desinfección: Para el tratamiento de las bacterias se tendrá en cuenta el ECA de agua, según la categoría de riego de cultivo, por lo cual se tuvo en cuenta el tratamiento físico para inhibir bacterias, virus y cualquier tipo de microorganismo que modifique las características del agua.

### **3.6. Método de Análisis de Datos**

Una vez que se obtiene los datos con los instrumentos indicados la información se procederá a validar con los informes técnicos y trabajos relacionados a diseños de plantas de tratamiento residual. Estas herramientas de trabajo facilitaran el desarrollo de la presente investigación, ya que se tendrán en cuenta las normas para poder establecer parámetros de diseño y ello pueda ayudar a mejorar la eficiencia en los tratamientos y el tiempo de vida del proyecto.

### **3.7. Aspecto Ético**

En el presente trabajo de investigación, se realizó teniendo en cuenta los parámetros establecidos por la Universidad Cesar Vallejo, una vez concluida, esta pasar por la evaluación del Turnitin, para verificar el nivel de plagio y así se pueda dar fe de que el trabajo fue elaborado transparentemente; El siguiente trabajo de investigación no tiene un fin lucrativo ni beneficio propio, sino el objetivo principal es plantear un diseño de planta de tratamiento de aguas residuales domésticas, mejorando así las condiciones y el nivel de vida del distrito de Hunter- Arequipa.

#### IV.RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dimensiones del pretratamiento, en las siguientes tablas se mencionarán los cálculos, los cuales se dará a conocer los resultados de la investigación:

Tabla 12. Cálculo del caudal de diseño

Parámetro	Calculo
Caudal domestico	49.63 L/S
Caudal mínimo	14.89 L/S
Caudal punta	248.15 L/S

Elaboración: Propia

Tabla 13. Cálculo del canal

Parámetro	Calculo
Área del canal	16m <sup>2</sup>
Radio Hidráulico	1212 m
Pendiente	00057
Velocidad	448 m/s

Elaboración: Propia

Tabla 14. Diámetro de partícula promedio del desarenador para la velocidad de sedimentación.

Diámetro de partícula	Velocidad de sedimentación
0,15 mm	40 a 50 m/h
0,20 mm	65 a 75 m/h
0,25 mm	85 a 95 m/h
0,30 mm	105 a 120 m/h

Elaboración: Propia

Tabla 15. Diseño del desarenador

Parámetro	Valor o rango
Carga superficial	40 a 70 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> *h (a caudal punta)
Tiempo de retención hidráulica (TRH)	100 a 300 s (a caudal punta) más frecuentemente = 180 s
Velocidad horizontal	0,20 a 0,40 m/s (a caudal punta)
Longitud	10 a 30 veces la altura de la lámina de agua
Altura mínima de la unidad	1 m
Altura máxima de la unidad	2.5 m

Elaboración: Propia

Tabla 16. Abertura de tamices

Abertura del tamiz (mm)	Caudal tratado por metro lineal (m <sup>3</sup> /h)
0.15	30
0.25	50
0.5	90
0.75	120
1	145
1.5	180
2	210
2.5	240
3	260

Elaboración: Propia

## Dimensiones del tratamiento primario

Tabla 17. Condiciones del decantador primario

Parámetro	Valor o rango
Tiempo de retención hidráulica (TRH)	2 a 3 horas (sin tratamiento secundario posterior a caudal punta)
	2 a 3 horas (con tratamiendo biológico posterior a caudal punta)
Carga superficial	2 a 3 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> *h (a caudal punta)
Capacidad de tratamiento de cada unidad	<0,25 m <sup>3</sup> /s (a caudal punta)
Carga sobre el vertedero	< 40 m <sup>3</sup> /h*m lineal del vertedero perimetral (a caudal punta)
Profundidad del decantador (en la vertical del vertedero de salida)	2.5 a 4m
Pendiente del fondo hacia la poceta de los fangos	2 a 8%
Relación diámetro/ altura	5 a 6
Diámetro de la campana defleitora	15 a 20 % del diámetro del decantador
Altura de la campana defleitora	33 a 20 % de la profundidad del decantador
Velocidad máxima perimetral del puente decantador	< 120 m/h
Características de la poceta de fangos	Tronco-cono invertido con una pendiente aprox. De 1:12
	Capacidad de almacenamiento de lodos generados: entre 1 y 5 horas

Elaboración: Propia

Tabla 18. Manejo de residuos

Parámetro	Valores típicos
SST(g/hab*d)	30 a 38
Contenido de agua (%)	92 a 96
Fracción orgánica (medida como % de sólidos volátiles – SSV en base seca)	70 a 80
Grasas (% base seca)	12 a 15
Proteínas (% base seca)	4 a 15
Carbohidratos (% base seca)	8 a 12
pH	5,0 a 7,0
Poder calorífico (kcal/kg)	4000 a 5000

Elaboración: Propia

#### Dimensiones del tratamiento secundario

Tabla 19. Condiciones de los lodos residuales

Parámetro	Alta Carga	Media Carga	Baja Carga
Color de fango	Gris marrón	Marrón	Chocolate
Tempo de retención celular	5 a 10	5 a 15	20 a 30
Tasa de Recirculación (%)	100 a 500	25 a 50	75 a 150
Respiración Endógena (mg O <sub>2</sub> /g <sup>2</sup> *h)	10	3 a 10	Menor 3
Consumo de oxígeno (mg O <sub>2</sub> /g <sup>2</sup> *h)	Mayor a 100	30	Menor a 10
Eficiencia media (%)	80	90	90

Elaboración: Propia

Dimensiones del tratamiento Terciario: En este proceso del dimensionamiento del tratamiento terciario, se tendrá en cuenta el tipo de compuesto que se utilizará para el tratamiento de aguas, siendo el tratamiento microbiológico el más eficiente, sin embargo, estos suelen ser muchas veces caros, lo cual en procesos de tratamiento de agua a una escala no muy grande, el tratamiento a partir de carbón activado suele ser el más eficiente y el más cómoda, es por ello que en el presente estudio se tendrá en cuenta el tratamiento microbiológico a partir de carbón activado, llevando así a un correcto tratamiento y uso eficiente de recursos.

#### 4.1. DISCUSIÓN

El diseño y el predimensionamiento de una planta de tratamiento de aguas residuales se realiza de acuerdo a la cantidad de población a la cual abastecerá dicha planta de tratamiento, sin embargo, muchas veces solo se tiene en cuenta la capacidad que esta puede presentar para tratar dichas aguas, dando mayor énfasis a los parámetros físicos y químicas. Es por ello que no solo es importante realizar una caracterización física y química, sino también es importante tener en cuenta los parámetros in-situ, por ejemplo, la población y la cantidad de volumen que ingresara a la planta, ya sea un volumen máximo o un volumen mínimo(bernie,2019). Es importante tener en cuenta las condiciones morfológicas del terrero, ya que muchas veces este puede llegar a influir de manera indirecta en el tratamiento, ya que la pendiente del lugar donde se construirá, puede verse beneficiada por la pendiente, y este a su vez puede ayudar a los pretratamientos que pudieran existir.

## **V. CONCLUSIONES**

- Se determinó los parámetros del diseño del proceso de pretratamiento, siendo estos los parámetros de caudal de diseño, desbaste y desarenador.
- Se determinó los parámetros de diseño del proceso de tratamiento primario, siendo estos: parámetros de tamices, decantador primario y manejo de residuos
- Se determinó los parámetros de diseño del proceso del tratamiento secundario, dándole un nuevo tratamiento a los tratamientos de los lodos residuales.
- Se determinó los procesos para el tratamiento de aguas y el proceso de desinfección.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- En el diseño de las futuras infraestructuras de planta de tratamiento de aguas residuales, se debe tener en cuenta el diseño por procesos y no de manera general, ya que muchas veces baja la eficiencia del tratamiento de aguas residuales.
- Para unos futuros diseños, se recomienda tener en cuenta las estaciones meteorológicas de la zona, ya que muchas veces esto puede llegar a perjudicar el tratamiento y a su vez puede llegar al consumo de mayores reactivos para el tratamiento de agua.
- Durante el proceso de diseño, se debe tener en cuenta las áreas donde se realizará mantenimiento, para que estas puedan ser accesibles y fácil de realizar dichas actividades, así no afectara los siguientes procesos de tratamiento.

## VII. REFERENCIAS

Acuatecnica. (2018). Tratamiento primario de aguas residuales .  
<https://acuatecnica.com/tratamiento-primario-aguas-residuales/>

Åmand, L., & Carlsson, B. (2017). Optimal aeration control in a nitrifying activated sludge process. *Water Research*, 46(7), 2101–2110.  
<https://doi.org/10.1016/J.WATRES.2012.01.023>

Amarildo, F. E. (2020). Aguas residuales en el Perú, problemática y uso en la agricultura.[https://www.ais.unwater.org/ais/pluginfile.php/356/mod\\_page/content/128/Peru INFORME DE PAIS.pdf](https://www.ais.unwater.org/ais/pluginfile.php/356/mod_page/content/128/Peru%20INFORME%20DE%20PAIS.pdf)

Angelakis, A. N., & Zheng, X. Y. (2015). Evolution of Water Supply, Sanitation, Wastewater, and Stormwater Technologies Globally. *Water* 2015, Vol. 7, Pages 455-463, 7(2), 455–463. <https://doi.org/10.3390/W7020455>

Arce Jauregui, L. (2015). Urbanizaciones sostenibles: descentralización de tratamiento de aguas residuales residenciales [Pontificia Universidad Católica del Perú].[https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/4568/ARCE\\_LUIS\\_AGUAS\\_RESIDUALES\\_RESIDENCIALES.pdf?](https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/4568/ARCE_LUIS_AGUAS_RESIDUALES_RESIDENCIALES.pdf?)

CEPAL. (2016). La población de América Latina alcanzará 625 millones de personas en 2016, según estimaciones de la CEPAL.  
<https://www.cepal.org/es/noticias/la-poblacion-america-latina-alcanzara-625-millones-personas-2016-segun-estimaciones-la>

Espinoza Ramirez, J. (2017). Ingeniería de aguas residuales (Redes de Alcantarillado y Bombeo).[https://es.scribd.com/document/350261135/INGENIERIA-de-AGUAS-RESIDUALES-Redes-de-Alcantarillado-y-Bombeo-Metcalf](https://es.scribd.com/document/350261135/INGENIERIA-de-AGUAS-RESIDUALES-Redes-de-Alcantarillado-y-Bombeo-Metcalf-Flower)  
Flower. (2020). Cifras de tratamiento de aguas residuales en el mundo.  
<https://floweren.com.pe/site/cifras-de-tratamiento-de-aguas-residuales-en-el-mundo/>

Gelvi Peali, M., & Gutierrez Canales, A. (2016). Tratamiento de aguas residuales domesticas a través del diseño e implementación de un módulo (planta piloto), en el distrito alto selva alegre, provincia de Arequipa, región de Arequipa.<http://revistas.unap.edu.pe/epg/index.php/investigaciones/article/view/12/9>

Gikas, P. (2017). Towards energy positive wastewater treatment plants. *Journal of Environmental Management*, 203, 621–629. <https://doi.org/10.1016/J.JENVMAN.2016.05.061>

Gu, Y., Li, Y., Li, X., Luo, P., Wang, H., Wang, X., Wu, J., & Li, F. (2017). Energy Self-sufficient Wastewater Treatment Plants: Feasibilities and Challenges. *Energy Procedia*, 105, 3741–3751. <https://doi.org/10.1016/J.EGYPRO.2017.03.868>

Hummel, M. A., Berry, M. S., & Stacey, M. T. (2018). Sea Level Rise Impacts on Wastewater Treatment Systems Along the U.S. Coasts. *Earth's Future*, 6(4), 622–633. <https://doi.org/10.1002/2017EF000805>

Lahera Ramón, V. (2010). Infraestructura Sustentable las plantas de tratamiento de aguas residuales. Universidad Autónoma Del Estado de México. <https://www.redalyc.org/pdf/401/40115676004.pdf>

López Hernández, R., & Herrera Panduro, K. (2015). Planta de tratamiento de aguas residuales para reusó en riego de parques y jardines en el distrito de la esperanza, provincia Trujillo. La Libertad [Universidad Privada Antenor Orrego].[https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/1981/1/REP\\_ING.CIVIL\\_RODRIGO.LOPEZ\\_KATHLEEN.HERRERA\\_PLANTA.TRATAMIENTO.AGUAS.RESIDUALES.REUSO.RIEGO.PARQUES.JARDINES.DISTRITO.LA.ESPERANZA.TRUJILLO.LA.LIBERTAD.pdf](https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/1981/1/REP_ING.CIVIL_RODRIGO.LOPEZ_KATHLEEN.HERRERA_PLANTA.TRATAMIENTO.AGUAS.RESIDUALES.REUSO.RIEGO.PARQUES.JARDINES.DISTRITO.LA.ESPERANZA.TRUJILLO.LA.LIBERTAD.pdf)

López Vázquez, C. M., Buitrón Méndez, G., García, H. A., & Cervantes

Carrillo, F. J. (2017). Tratamiento biológico de aguas residuales. In *Water Intelligence Online* (Vol. 16). IWA Publishing. <https://doi.org/10.2166/9781780409146>

Lozano Rivas, W. (2012). Diseño de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales. [https://www.researchgate.net/publication/298354134\\_Diseño\\_de\\_Plantas\\_de\\_Tratamiento\\_de\\_Aguas\\_Residuales](https://www.researchgate.net/publication/298354134_Diseño_de_Plantas_de_Tratamiento_de_Aguas_Residuales)

Lu, L., Guest, J. S., Peters, C. A., Zhu, X., Rau, G. H., & Ren, Z. J. (2018). Wastewater treatment for carbon capture and utilization. *Nature Sustainability* 2018 1:12, 1(12), 750–758. <https://doi.org/10.1038/s41893-018-0187-9>

Mahlknecht, J., González-Bravo, R., & Loge, F. J. (2020). Water-energy-food security: A Nexus perspective of the current situation in Latin America and the Caribbean. *Energy*, 194, 116824. <https://doi.org/10.1016/J.ENERGY.2019.1168>

María, R., & Zúñiga, S. (2015). Tratamiento de los efluentes de la industria del cuero en la ciudad de Arequipa. *Ciencia y Desarrollo*, 7(0), 31–36. <https://doi.org/10.21503/CYD.V7I0.1192>

MINAM. (2015). Estándares de calidad de Agua. <https://www.minam.gob.pe/notas-de-prensa/lima-30-de-diciembre-de-2015-mediante-decreto-supremo-no-015-2015-minam-publicado-el19dediciembre-de-2015-en-el-diario-oficial-el-peruano-el-ministerio-del-ambiente-minam-en-coordinacion/>

Molinos Senante, M., Garrido-Baserba, M., Reif, R., Hernández-Sancho, F., & Poch, M. (2017). Assessment of wastewater treatment plant design for small communities: Environmental and economic aspects. *Science of The Total Environment*, 427428, 1118. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2012.04.02>

Moran Villela, D. (2017). Diseño de planta de tratamiento de aguas residuales

para el municipio de san juan Chamelco, Alta Verapaz [Universidad Rafael Landívar ]. <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjcem/2014/06/14/Moran-Diego.pdf>

Nations, U. (2020). Desafíos Globales- Población . <https://www.un.org/es/global-issues/population>

Prado Orellana, V. (2017). Aprovechamiento de aguas residuales en el patio taller de la línea 1 del metro de lima [Universidad Nacional Agraria la Molina]. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/2168/P10-P7-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ramon, E. (2017). Planta de tratamiento de aguas residuales en San Juan de Miraflores [Universidad de Piura]. In Universidad de Piura. [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1478/MAS\\_GAA\\_10.pdf](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1478/MAS_GAA_10.pdf)

Retema. (2021). El tratamiento de aguas residuales mejora en Europa, pero persisten grandes diferencias. In <https://www.retema.es/>. <https://www.retema.es/noticia/el-tratamiento-de-aguas-residuales-mejora-en-europa-pero-persisten-grandes-diferencia-17pR3>

Rivas, A., Irizar, I., & Ayesa, E. (2017). Model-based optimisation of Wastewater Treatment Plants design. *Environmental Modelling & Software*, 23(4), 435–450. <https://doi.org/10.1016/J.ENVSOFT.2007.06.009>

Rojas, R. (2002). Gestion integral de tratamiento de aguas residuales. [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/57123734/GESTION\\_INTEGRAL\\_DEL\\_TRATAMIENTO\\_ARwithcoverpagev2.pdf?](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/57123734/GESTION_INTEGRAL_DEL_TRATAMIENTO_ARwithcoverpagev2.pdf?)

Sala Garrido, R., Hernández-Sancho, F., & Molinos-Senante, M. (2018). Assessing the efficiency of wastewater treatment plants in an uncertain context: a DEA with tolerances approach. *Environmental Science & Policy*, 18, 34–44. <https://doi.org/10.1016/J.ENVSCI.2011.12.012>

Sette Ramalho, R. (2015). Tratamiento de aguas residuales. <https://books.google.com.pe/books?>

Trapote Jaume, A. (2015). Depuración y regeneración de aguas residuales urbanas. <https://publicaciones.ua.es/files/detalles/978-84-9717-729-08FA2FB63-3.pdf>

Van Der Hoek, J. P., De Fooij, H., & Struiker, A. (2016). Wastewater as a resource: Strategies to recover resources from Amsterdam's wastewater. *Resources, Conservation and Recycling*, 113, 53–64. <https://doi.org/10.1016/J.RESCONREC.2016.05.012>

Varilla Quiroga, J., & Diaz Lopez, F. (2008). Tratamiento de aguas residuales mediante lodos activados a escala laboratorio. [https://www.sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2017-01-27\\_02-59-21139703.pdf](https://www.sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2017-01-27_02-59-21139703.pdf)

Vidal, N., Bañares-Alcántara, R., Rodríguez-Roda, I., & Poch, M. (2017). Design of Wastewater Treatment Plants Using a Conceptual Design Methodology. *Industrial and Engineering Chemistry Research*, 41(20), 4993–5005. <https://doi.org/10.1021/IE010652B>

Zang, N., Zhu, J., Wang, X., Liao, Y., Cao, G., Li, C., Liu, Q., & Yang, Z. (2022). Eutrophication risk assessment considering joint effects of water quality and water quantity for a receiving reservoir in the South-to-North Water Transfer Project, China. *Journal of Cleaner Production*, 331, 129966. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2021.129966>

Angelakis, A. N., & Zheng, X. Y. (2015). Evolution of Water Supply, Sanitation, Wastewater, and Stormwater Technologies Globally. *Water* 2015, Vol. 7, Pages 455-463, 7(2), 455–463. <https://doi.org/10.3390/W7020455>

Arce Jauregui, L. (2015). Urbanizaciones sostenibles: descentralización de tratamiento de aguas residuales residenciales [Pontificia Universidad Católica del Perú]. [https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/4568/ARCE\\_LUIS\\_AGUAS\\_RESIDUALES\\_RESIDENCIALES.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/4568/ARCE_LUIS_AGUAS_RESIDUALES_RESIDENCIALES.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

CEPAL. (2016). La población de América Latina alcanzará 625 millones de personas en 2016, según estimaciones de la CEPAL. <https://www.cepal.org/es/noticias/la-poblacion-america-latina-alcanzara-625-millones-personas-2016-segun-estimaciones-la>

Espinoza Ramirez, J. (2017). Ingeniería de aguas residuales (Redes de Alcantarillado y Bombeo). <https://es.scribd.com/document/350261135/INGENIERIA-de-AGUAS>

Gelvi Peali, M., & Gutierrez Canales, A. (2016). Tratamiento de aguas residuales domesticas a través del diseño e implementación de un módulo (planta piloto), en el distrito alto selva alegre, provincia de Arequipa, región de Arequipa. <http://revistas.unap.edu.pe/epg/index.php/investigaciones/article/view>

Gikas, P. (2017). Towards energy positive wastewater treatment plants. *Journal of Environmental Management*, 203, 621–629. <https://doi.org/10.1016/J.JENVMAN.2016.05.061>

Hummel, M. A., Berry, M. S., & Stacey, M. T. (2018). Sea Level Rise Impacts on Wastewater Treatment Systems Along the U.S. Coasts. *Earth's Future*, 6(4), 622–633. <https://doi.org/10.1002/2017EF000805>

Lahera Ramón, V. (2010). Infraestructura Sustentable las plantas de tratamiento de aguas residuales. Universidad Autónoma Del Estado de México. <https://www.redalyc.org/pdf/401/40115676004.pdf>

López Hernández, R., & Herrera Panduro, K. (2015). Planta de tratamiento de aguas residuales para reusó en riego de parques y jardines en el distrito de la esperanza, provincia Trujillo. La Libertad [Universidad Privada Antenor Orrego].

López Vázquez, C. M., Buitrón Méndez, G., García, H. A., & Cervantes Carrillo, F. J. (2017). Tratamiento biológico de aguas residuales. In *Water Intelligence Online* (Vol. 16). IWA Publishing. <https://doi.org/10.2166/9781780409146>

Lozano Rivas, W. (2012). Diseño de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales. [https://www.researchgate.net/publication/298354134\\_Disenio\\_de\\_Plantas\\_de\\_Tratamiento\\_de\\_Aguas\\_Residuales](https://www.researchgate.net/publication/298354134_Disenio_de_Plantas_de_Tratamiento_de_Aguas_Residuales)

Lu, L., Guest, J. S., Peters, C. A., Zhu, X., Rau, G. H., & Ren, Z. J. (2018). Wastewater treatment for carbon capture and utilization. *Nature Sustainability* 2018 1:12, 1(12), 750–758. <https://doi.org/10.1038/s41893-018-0187-9>

Mahlknecht, J., González-Bravo, R., & Loge, F. J. (2020). Water-energy-food security: A Nexus perspective of the current situation in Latin America and the Caribbean. *Energy*, 194, 116824. <https://doi.org/10.1016/J.ENERGY.2019.116824>

María, R., & Zúñiga, S. (2015). Tratamiento de los efluentes de la industria del cuero en la ciudad de Arequipa. *Ciencia y Desarrollo*, 7(0), 31–36. <https://doi.org/10.21503/CYD.V7I0.1192>

MINAM. (2015). Estándares de calidad de Agua. <https://www.minam.gob.pe/notas-de-prensa/lima-30-de-diciembre-de-2015-mediante-decreto-supremo-no-015-2015-minam-publicado-el-19-de-diciembre-de-2015-en-el-diario-oficial-el-peruano-el-ministerio-del-ambiente-minam-en-coordinacion/>

Molinos Senante, M., Garrido-Baserba, M., Reif, R., Hernández-Sancho, F., & Poch, M. (2017). Assessment of wastewater treatment plant design for small communities: Environmental and economic aspects. *Science of The Total Environment*, 427–428, 11–18. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2012.04.023>

Moran Villela, D. (2017). Diseño de planta de tratamiento de aguas residuales para el municipio de san juan Chamelco, Alta Verapaz [Universidad Rafael Landívar ]. <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjcem/2014/06/14/Moran-Diego.pdf>

Nations, U. (2020). Desafíos Globales- Población . <https://www.un.org/es/global-issues/population>

Prado Orellana, V. (2017). Aprovechamiento de aguas residuales en el patio taller de la línea 1 del metro de lima [Universidad Nacional Agraria la Molina]. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/2168/P10-P7-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ramon, E. (2017). Planta de tratamiento de aguas residuales en San Juan de Miraflores [Universidad de Piura]. In Universidad de Piura. [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/148/MAS\\_GAA\\_010.pdf](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/148/MAS_GAA_010.pdf)

Retema. (2021). El tratamiento de aguas residuales mejora en Europa, pero persisten grandes diferencias. In <https://www.retema.es/>. <https://www.retema.es/noticia/el-tratamiento-de-aguas-residuales-mejora-en-europa-pero-persisten-grandes-diferencia-17pR3>

Rivas, A., Irizar, I., & Ayesa, E. (2017). Model-based optimisation of Wastewater Treatment Plants design. *Environmental Modelling & Software*, 23(4), 435–450. <https://doi.org/10.1016/J.ENVSOFT.2007.06.009>

Rojas, R. (2002). Gestion integral de tratamiento de aguas residuales.

[https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/57123734/GESTION\\_INTEGRAL\\_DEL\\_TRATAMIENTO\\_AR-with-cover-page](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/57123734/GESTION_INTEGRAL_DEL_TRATAMIENTO_AR-with-cover-page)

Sala Garrido, R., Hernández-Sancho, F., & Molinos-Senante, M. (2018). Assessing the efficiency of wastewater treatment plants in an uncertain context: a DEA with tolerances approach. *Environmental Science & Policy*, 18

Sette Ramalho, R. (2015). Tratamiento de aguas residuales. <https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=T9MfAAAQBAJ&oi=fnd&>

Trapote Jaume, A. (2015). Depuración y regeneración de aguas residuales urbanas. <https://publicaciones.ua.es/files/detalles/978-84-9717-729-08FA2FB63-3.pdf>

Van Der Hoek, J. P., De Fooij, H., & Struker, A. (2016). Wastewater as a resource: Strategies to recover resources from Amsterdam's wastewater. *Resources, Conservation and Recycling*, 113, 53–64. <https://doi.org/10.1016/J.RESCONREC.2016.05.012>

Varilla Quiroga, J., & Diaz Lopez, F. (2008). Tratamiento de aguas residuales mediante lodos activados a escala laboratorio. [https://www.sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2017-01-27\\_02-59-21139703.pdf](https://www.sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2017-01-27_02-59-21139703.pdf)

Vidal, N., Bañares-Alcántara, R., Rodríguez-Roda, I., & Poch, M. (2017). Design of Wastewater Treatment Plants Using a Conceptual Design Methodology. *Industrial and Engineering Chemistry Research*, 41(20), 4993–5005. <https://doi.org/10.1021/IE010652B>

Zang, N., Zhu, J., Wang, X., Liao, Y., Cao, G., Li, C., Liu, Q., & Yang, Z. (2022). Eutrophication risk assessment considering joint effects of water quality and water quantity for a receiving reservoir in the South-to-North Water Transfer Project, China. *Journal of Cleaner Production*, 331, 129966. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2021.129966>

## VIII. ANEXOS

## Anexo 1. Declaratoria de originalidad del autor

Yo, Hilari Pacco, Luz Marina, alumna de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo sede Trujillo, declaro bajo Juramento que todos los datos e información que acompañan al Trabajo de Investigación titulado “Propuestas de diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales domesticas para el distrito de Hunter- Arequipa, 2022”, son:

1. De mi autoría.
2. El presente Trabajo de Investigación no ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
3. El Trabajo de Investigación no ha sido publicado ni presentado anteriormente.

Los resultados presentados en el presente Trabajo de Investigación son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

Arequipa, junio del 2022



---

Hilari Pacco, Luz Marina

DNI: 77063367

ORCID: 0000-0002-6106-3334

## Anexo 2. Declaratoria de autenticidad del asesor

Yo, VILLAR QUIROZ, JOSUALDO CARLOS, docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo sede Trujillo revisor del Trabajo de Investigación titulada:

“Propuestas de diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales domesticas para el distrito de Hunter- Arequipa, 2022”, de la estudiante Hilari Pacco, Luz Marina, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 20% verificable en el reportaje de similitud del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias encontradas no constituyen plagio. En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad ocultamiento u omisión tanto de los documentos como la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes en la Universidad Cesar Vallejo.

Arequipa, junio del 2022



---

Villar Quiroz, Josualdo Carlos

DNI: 40132759

Anexo 3. Matriz de convergencia

VARIABLE		DIMENSIONES	INDICADORES
Variable fáctica	Predimensionamiento	Pretratamiento	Caudal de diseño y canal de entrada
			Desbaste
			Desarenador
		Tratamiento primario	Tamices
			Decantador primario
			Manejo de residuos de pretratamiento
		Tratamiento secundario	Lodos activados
		Tratamiento terciario	Desinfección
			Nitrificación y desnitrificación
			Eliminación de fosforo
			Reusó de aguas residuales
		TEMA	
Eje temático	Estándares del ministerio de construcción y saneamiento	Parámetros	Caudal y medidas
TEMA		EJE TEMATICO	SUB-EJES-TEMATICOS
Eje propositivo	Diseño de una planta de tratamiento de aguas	Aspectos intrínsecos	Capacidad de tratamiento de aguas

#### Anexo 4. Validez y confiabilidad del instrumento de recolección de datos

##### **VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**

Los siguientes instrumentos de validación por expertos, serán validados por el Ingeniero Paul M. Yarath Miranda, cuya especialidad es Ingeniería civil, con CIP N°187558, el cual se encargará de validar los instrumentos para las propuestas de diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales domésticas.

También se realizará la validación por el Mg. Villar Quiroz Josualdo Carlos, con CIP N° 106997, metodólogo de la Universidad Cesar Vallejo

#### 4.1 Matriz para evaluación de experto

<b>Título de la investigación:</b>		Propuestas de diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales domesticas para el distrito de Hunter- Arequipa, 2022		
<b>Línea de investigación:</b>		DISEÑO DE OBRAS HIDRÁULICAS Y SANEAMIENTO		
<b>Apellidos y nombres del experto:</b>		YARATH MIRANDA PAUL MEIS		
<b>El instrumento de medición pertenece a la variable:</b>		Diseño de planta de tratamiento de aguas residuales domesticas		
Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.				
Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se menciona la variable de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con la variable de estudio?	X		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		

**Sugerencias:**

**Firma del experto:**

  
 ING. CIP PAUL MEIS YARATH MIRANDA  
 Registro 187558 CIVIL

#### 4.2 Ficha de recolección de datos

##### HOJA FICHA DE DATOS

<b>EVALUADOR:</b>	ING. PAUL M. YARATH MIRANDA
-------------------	-----------------------------

<b>GUIA DE OBSERVACION</b>	N°1	<b>N° DE FICHA</b>
<b>DIMENSION: PRETRATAMIENTO</b>		
<b>INSTRUMENTO DE VALIDACION</b>	NORMA TECNICA	
...		...

##### VARIABLE DEPENDIENTE: DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS

<b>Escala</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>N° DE NORMA</b>
Nominal	Caudal de diseño y canal de entrada	ECA DS-004-2017MINAM
Nominal	Desbaste	Norma técnica de edificaciones
Nominal	Desarenador	Norma técnica de edificaciones

Firma del experto validando el instrumento.

  
 ING. CIP PAUL M. YARATH MIRANDA  
 Registro 187558 CIVIL

### 4.3 Matriz para evaluación de experto

<b>Título de la investigación:</b>		Propuestas de diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales domesticas para el distrito de Hunter- Arequipa, 2022		
<b>Línea de investigación:</b>		DISEÑO DE OBRAS HIDRÁULICAS Y SANEAMIENTO		
<b>Apellidos y nombres del experto:</b>		Mg. Ing. VILLAR QUIROZ JOSUALDO CARLOS		
<b>El instrumento de medición pertenece a la variable:</b>		Diseño de planta de tratamiento de aguas residuales domesticas		
Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.				
Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se menciona la variable de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con la variable de estudio?	X		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		

**Sugerencias:**

**Firma del experto:**



Villar Quiroz Josualdo Carlos  
DNI: 40132759

4.4 Ficha de recolección de datos

**HOJA FICHA DE DATOS**

<b>EVALUADOR:</b>	Mg. Ing. VILLAR QUIROZ JOSUALDO CARLOS
-------------------	--

<b>GUIA DE OBSERVACION</b>	N°1	<b>N° DE FICHA</b>
<b>DIMENSION: PRETRATAMIENTO</b>		
<b>INSTRUMENTO DE VALIDACION</b>	NORMA TECNICA	
...		...

**VARIABLE DEPENDIENTE: DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS**

<b>Escala</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>N° DE NORMA</b>
Nominal	Caudal de diseño y canal de entrada	ECA DS-004-2017MINAM
Nominal	Desbaste	Norma técnica de edificaciones
Nominal	Desarenador	Norma técnica de edificaciones



Villar Quiroz Josualdo Carlos  
DNI: 40132759

Firma del experto validando el instrumento.

#### 4.5 Matriz para evaluación de experto

<b>Título de la investigación:</b>		Propuestas de diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales domesticas para el distrito de Hunter- Arequipa, 2022		
<b>Línea de investigación:</b>		DISEÑO DE OBRAS HIDRÁULICAS Y SANEAMIENTO		
<b>Apellidos y nombres del experto:</b>		YARATH MIRANDA PAUL MEIS		
<b>El instrumento de medición pertenece a la variable:</b>		Diseño de planta de tratamiento de aguas residuales domesticas		
Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.				
Ítems	Preguntas	Apreciación		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se menciona la variable de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con la variable de estudio?	X		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		

**Sugerencias:**

**Firma del experto:**

  
 ING. CIP PAUL MEIS YARATH MIRANDA  
 Registro 187558 CIVIL

4.6 Ficha de recolección de datos

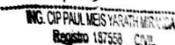
**HOJA FICHA DE DATOS**

<b>EVALUADOR:</b>	ING. PAUL M. YARATH MIRANDA	
<b>GUIA DE OBSERVACION</b>	N°2	<b>N° DE FICHA</b>
<b>DIMENSION: TRATAMIENTO PRIMARIO</b>		
<b>INSTRUMENTO DE VALIDACION</b>	NORMA TECNICA	
...		...

**VARIABLE DEPENDIENTE: DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS**

<b>Escala</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>N° DE NORMA</b>
Nominal	Tamices	Guía de Diseños- RM N°153-2019 MVCS
Nominal	Decantador primario	Guía de Diseños- RM N°153-2019 MVCS
Nominal	Manejo de residuos del pretratamiento	Guía de Diseños- RM N°153-2019 MVCS

Firma del experto validando el instrumento.

#### 4.7 Matriz para evaluación de experto

<b>Título de la investigación:</b>	Propuestas de diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales domesticas para el distrito de Hunter- Arequipa, 2022			
<b>Línea de investigación:</b>	DISEÑO DE OBRAS HIDRÁULICAS Y SANEAMIENTO			
<b>Apellidos y nombres del experto:</b>	Mg. Ing. VILLAR QUIROZ JOSUALDO CARLOS			
<b>El instrumento de medición pertenece a la variable:</b>	Diseño de planta de tratamiento de aguas residuales domesticas			
Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.				
Íte ms	Preguntas	Apreci a		Observacione s
		S Í	N O	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se menciona la variable de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con la variable de estudio?	X		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		

**Sugerencias:**

**Firma del experto:**



Villar Quiroz Josualdo Carlos  
DNI: 40132759

#### 4.8 Ficha de recolección de datos

### HOJA FICHA DE DATOS

<b>EVALUADOR:</b>		
<b>GUIA DE OBSERVACION</b>	N°2	<b>N° DE FICHA</b>
<b>DIMENSION: TRATAMIENTO PRIMARIO</b>		
<b>INSTRUMENTO DE VALIDACION</b>	NORMA TECNICA	
...		...

#### VARIABLE DEPENDIENTE: DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS

Escala	INDICADORES	N° DE NORMA
Nominal	Tamices	Guía de Diseños- RM N°153-2019 MVCS
Nominal	Decantador primario	Guía de Diseños- RM N°153-2019 MVCS
Nominal	Manejo de residuos del pretratamiento	Guía de Diseños- RM N°153-2019 MVCS



Villar Quiroz Josualdo Carlos  
DNI: 40132759

Firma del experto validando el instrumento.

#### 4.9 Matriz para evaluación de experto

<b>Título de la investigación:</b>	Propuestas de diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales domesticas para el distrito de Hunter- Arequipa, 2022			
<b>Línea de investigación:</b>	DISEÑO DE OBRAS HIDRÁULICAS Y SANEAMIENTO			
<b>Apellidos y nombres del experto:</b>	YARATH MIRANDA PAUL MEIS			
<b>El instrumento de medición pertenece a la variable:</b>	Diseño de planta de tratamiento de aguas residuales domesticas			
Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "X" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.				
Ítems	Preguntas	Apreciación		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se menciona la variable de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con ¿La variable de estudio?	X		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		

**Sugerencias:**

**Firma del experto:**

*Paul Meis*  
 ING. CIP PAUL MEIS YARATH MIRANDA  
 Registro 187558 CIVIL

#### 4.10 Ficha de recolección de datos

##### HOJA FICHA DE DATOS

<b>EVALUADOR:</b>	ING. PAUL M. YARATH MIRANDA
-------------------	-----------------------------

<b>GUIA DE OBSERVACION</b>	N°3	<b>N° DE FICHA</b>
<b>DIMENSION: TRATAMIENTO SECUNDARIO</b>		
<b>INSTRUMENTO DE VALIDACION</b>	NORMA TECNICA	
...		...

##### VARIABLE DEPENDIENTE: DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS

Escala	INDICADORES	N° DE NORMA
Nominal	Lodos activados	Diagnostico de aguas residuales SUNASS

Firma del experto validando el instrumento.

  
 ING. CP PAUL M. YARATH MIRANDA  
 Registro 187558 CIVIL

4.11 Matriz para evaluación de experto  
MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS

<b>Título de la investigación:</b>	Propuestas de diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales domesticas para el distrito de Hunter- Arequipa, 2022
<b>Línea de investigación:</b>	DISEÑO DE OBRAS HIDRÁULICAS Y SANEAMIENTO
<b>Apellidos y nombres del experto:</b>	Mg. Ing. VILLAR QUIROZ JOSUALDO CARLOS
<b>El instrumento de medición pertenece a la variable:</b>	Diseño de planta de tratamiento de aguas residuales domesticas

Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.

Ítems	Preguntas	Apreciación		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se menciona la variable de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con ¿La variable de estudio?	X		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		

**Sugerencias:**

**Firma del experto:**



Villar Quiroz Josualdo Carlos  
DNI: 40132759

4.12 Ficha de recolección de datos

**HOJA FICHA DE DATOS**

<b>EVALUADOR:</b>	Mg. Ing. VILLAR QUIROZ JOSUALDO CARLOS
-------------------	--

<b>GUIA DE OBSERVACION</b>	N°3	<b>N° DE FICHA</b>
<b>DIMENSION: TRATAMIENTO SECUNDARIO</b>		
<b>INSTRUMENTO DE VALIDACION</b>	NORMA TECNICA	
...		...

**VARIABLE DEPENDIENTE: DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS**

<b>Escala</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>N° DE NORMA</b>
Nominal	Lodos Activados	Diagnostico de aguas residuales SUNASS



Villar Quiroz Josualdo Carlos  
DNI: 40132759

Firma del experto validando el instrumento.

#### 4.13 Matriz para evaluación de experto

<b>Título de la investigación:</b>		Propuestas de diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales domesticas para el distrito de Hunter- Arequipa, 2022		
<b>Línea de investigación:</b>		DISEÑO DE OBRAS HIDRÁULICAS Y SANEAMIENTO		
<b>Apellidos y nombres del experto:</b>		YARATH MIRANDA PAUL MEIS		
<b>El instrumento de medición pertenece a la variable:</b>		Diseño de planta de tratamiento de aguas residuales domesticas		
Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.				
Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se menciona la variable de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con la variable de estudio?	X		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		

**Sugerencias:**

**Firma del experto:**

*Paul Meis*  
 ING. CIP PAUL MEIS YARATH MIRANDA  
 Registro 187558 CIVIL

4.14 Ficha de recolección de datos

**HOJA FICHA DE DATOS**

<b>EVALUADOR:</b>	ING. PAUL M. YARATH MIRANDA
-------------------	-----------------------------

<b>GUIA DE OBSERVACION</b>	N°4	<b>N° DE FICHA</b>
<b>DIMENSION: TRATAMIENTO TERCARIO</b>		
<b>INSTRUMENTO DE VALIDACION</b>	NORMA TECNICA	
...		...

**VARIABLE DEPENDIENTE: DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS**

<b>Escala</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>N° DE NORMA</b>
Nominal	Reusó de aguas residuales	N.T.020

Firma del experto validando el instrumento.

*Paul*  
 ING. CP PAUL M. YARATH MIRANDA  
 Registro 187568 CIVIL

#### 4.15 Matriz para evaluación de experto

<b>Título de la investigación:</b>		Propuestas de diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales domesticas para el distrito de Hunter- Arequipa, 2022		
<b>Línea de investigación:</b>		DISEÑO DE OBRAS HIDRÁULICAS Y SANEAMIENTO		
<b>Apellidos y nombres del experto:</b>		Mg. Ing. VILLAR QUIROZ JOSUALDO CARLOS		
<b>El instrumento de medición pertenece a la variable:</b>		Diseño de planta de tratamiento de aguas residuales domesticas		
Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.				
Ítems	Preguntas	Apreciación		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se menciona la variable de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con la variable de estudio?	X		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		

**Sugerencias:**

**Firma del experto:**



Villar Quiroz Josualdo Carlos  
DNI: 40132759

4.16 Ficha de recolección de datos

**HOJA FICHA DE DATOS**

<b>EVALUADOR:</b>	Mg. Ing. VILLAR QUIROZ JOSUALDO CARLOS
-------------------	--

<b>GUIA DE OBSERVACION</b>	N°4	<b>N° DE FICHA</b>
<b>DIMENSION: TRATAMIENTO TERCARIO</b>		
<b>INSTRUMENTO DE VALIDACION</b>	NORMA TECNICA	
...		...

**VARIABLE DEPENDIENTE: DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS**

<b>Escala</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>N° DE NORMA</b>
Nominal	Rehusó de aguas residuales	N.T.020

Firma del experto validando el instrumento.



Villar Quiroz Josualdo Carlos  
DNI: 40132759

Anexo 5. Acta de la sustentación de la tesis.

 **UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
**ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS**

Siendo las 17:20 horas del 10/02/2023, el jurado evaluador se reunió para presenciar el acto de sustentación de Tesis titulada: "Propuesta de diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales domesticas para el distrito de Hunter-Arequipa, 2022", presentado por el autor HILARI PACCO LUZ MARINA estudiante de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL.

Concluido el acto de exposición y defensa de Tesis, el jurado luego de la deliberación sobre la sustentación, dictaminó:

<b>Autor</b>	<b>Dictamen</b>
LUZ MARINA HILARI PACCO	Mayoría

Firmado electrónicamente por:  
JHENRIQUEZU el 20 Feb 2023 18:45:23

\_\_\_\_\_  
JUAN PAUL EDWARD HENRIQUEZ  
ULLOA  
PRESIDENTE

Firmado electrónicamente por:  
EPANDUROAL el 20 Feb 2023 19:08:18

\_\_\_\_\_  
ELKA PANDURO ALVARADO  
SECRETARIO

Firmado electrónicamente por: JVILLARQ el  
21 Feb 2023 18:12:24

\_\_\_\_\_  
JOSUALDO CARLOS VILLAR QUIROZ  
VOCAL

Código documento Trilce: TRI - 0532450

## Anexo 6. Análisis de similitud con el programa TURNITIN

TESIS- TURNITIN1.docx			
INFORME DE ORIGINALIDAD			
21%	20%	7%	7%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE
FUENTES PRIMARIAS			
1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	4%	
2	dspace.esoch.edu.ec Fuente de Internet	2%	
3	qdoc.tips Fuente de Internet	2%	
4	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%	
5	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%	
6	pdfcookie.com Fuente de Internet	1%	
7	es.scribd.com Fuente de Internet	1%	
8	repositorio.uti.edu.ec Fuente de Internet	1%	
9	repositorio.unsa.edu.pe Fuente de Internet	<1%	



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, VILLAR QUIROZ JOSUALDO CARLOS, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Propuesta de diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales domesticas para el distrito de Hunter-Arequipa, 2022", cuyo autor es HILARI PACCO LUZ MARINA, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 24.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

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

TRUJILLO, 11 de Febrero del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
VILLAR QUIROZ JOSUALDO CARLOS <b>DNI:</b> 40132759 <b>ORCID:</b> 0000-0003-3392-9580	Firmado electrónicamente por: JVILLARQ el 11-02- 2023 12:27:29

Código documento Trilce: TRI - 0532454