

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



**INFLUENCIA DE LAS DIMENSIONES HIDRÁULICAS DE UN
REACTOR PRIMARIO PARA LA REMOCIÓN DE LA DQO DE LAS
AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS – TUYU RURY-MARCARA-
CARHUAZ 2019**

TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO SANITARIO

Tesista: Br. AGÜERO CHARQUI MILAGROS MELISSA

Asesor: Ing. NINO FRANKLIN ARAUJO JAMANCA

HUARAZ – PERÚ

2021



FORMATO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN, CONDUCENTES A OPTAR TÍTULOS PROFESIONALES Y GRADOS ACADÉMICOS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

1. Datos del autor:

Apellidos y Nombres: Óscar Pineda Rodríguez

Código de alumno: FFGEEI 1111 Teléfono: 911 111 1111

E-mail: { æ ~ ^ ; [& O ~ } æ æ È á ~ È ^ D.N.I. n°: 11111111

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Tipo de trabajo de investigación:

- Tesis
- Trabajo Académico
- Tesinas (presentadas antes de la publicación de la Nueva Ley Universitaria 30220 – 2014)
- Trabajo de Suficiencia Profesional
- Trabajo de Investigación

3. Para optar el Título Profesional de:

Ingeniería Sanitaria

4. Título del trabajo de investigación:

INFLUENCIA DE LAS DIMENSIONES HIDRAULICAS DE UN REACTOR PRIMARIO PARA LA REMOCION DE LA DQO DE LAS AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS - TUYU RURY- MARCARA - CARHUAZ 2019

5. Facultad de:

6. Escuela o Carrera:

7. Asesor:

Apellidos y nombres Óscar Pineda Rodríguez D.N.I n°: 11111111

E-mail: { æ æ h i o ~ } æ æ È á ~ È ^ ID ORCID: 0000-0001-6147-374X

8. Referencia bibliográfica:

9. Tipo de acceso al Documento:

- Acceso público* al contenido completo. Acceso restringido** al contenido completo

Si el autor eligió el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Santiago Antúnez de Mayolo una licencia no exclusiva, para que se pueda hacer arreglos de forma en la obra y difundirlo en el Repositorio Institucional, respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso de que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

10. Originalidad del archivo digital

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.



Firma del autor

11. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para las investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia Creative Commons, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica.



El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Institucional, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

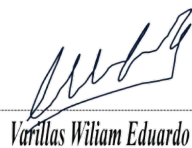
Según el inciso 12.2, del artículo 12º del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Recolector Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".

12. Para ser verificado por la Dirección del Repositorio Institucional

Fecha de Acto de sustentación:

Huaraz,

Firma:



Varillas Wiliam Eduardo

Asistente en Informática y Sistemas

- UNASAM -

***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

**** Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.



ACTA DE SUSTENTACIÓN Y DEFENSA DE TESIS, PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO SANITARIO

Los Miembros del Jurado en pleno que suscriben, reunidos en la fecha, en la sala virtual de la FCAM-UNASAM, para la Ceremonia de Sustentación de la Tesis, que presenta la Bachiller: **AGÜERO CHARQUI MILAGROS MELISSA**

Tesis Titulada: **“INFLUENCIA DE LAS DIMENSIONES HIDRÁULICAS DE UN REACTOR PRIMARIO PARA LA REMOCIÓN DE LA DQO DE LAS AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS – TUYU RURY-MARCARA-CARHUAZ 2019”**.

En seguida, después de haber atendida la exposición oral y escuchada las respuestas a las preguntas y observaciones formuladas lo declaramos:

APROBADO

Con el calificativo de:

Dieciséis (16)

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

INGENIERO SANITARIO

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

Dr. César Manuel Gregorio Dávila Paredes
Presidente

Huaraz,08.....de.....octubre.....del 2021.

MSc. Kiko Félix Depaz Celi
Primer Miembro

MSc. Martín Miguel Huamán Carranza
Segundo Miembro

Ing. Nino Araujo Jamanca
Asesor

DEDICATORIA

A mis padres, hermana, sobrino y novio quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

Milagros

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayo, mi casa superior de estudios y especialmente a la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria en pleno, por la formación profesional y seguir el camino que elegí, Ingeniería Sanitaria. A la Facultad de Ciencias del Ambiente, el apoyo logístico y letrado durante la permanencia en mi alma mater.

Agradecer a los ingenieros sanitarios, docentes de la escuela profesional de Ingeniería Sanitaria, por su apoyo incondicional, entrega y motivación para el desarrollo de la investigación.

Agradecimiento especial a mis amigos y compañeros, por su abnegación y entereza que tuvieron durante todo el proceso de formación profesional y vivencias universitarias.

Agradezco a los responsables del Centro de Investigación de la localidad Tuyu Rury-Marcara-Carhuaz, por brindarnos las facilidades para el desarrollo de la investigación en la localidad, específicamente en la planta piloto de tratamiento de aguas residuales domésticas.

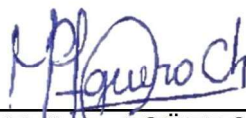
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo Agüero Charqui Milagros Melissa, identificado con DNI N° 71288808 con código universitario N° 112.0704.031; estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria de la Facultad de Ciencias del Ambiente de la Universidad Nacional “Santiago Antúnez de Mayolo”, declaro que el trabajo académico de la tesis titulada “INFLUENCIA DE LAS DIMENSIONES HIDRÁULICAS DE UN REACTOR PRIMARIO PARA LA REMOCION DE LA DQO DE LAS AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS – TUYU RURY-MARCARA-CARHUAZ 2019” presentado en 78 folios, para la obtención del título profesional de Ingeniero Sanitario, es de mi autoría.

Por lo tanto, declaro lo siguiente:

- He mencionado todas las fuentes empleadas en el presente trabajo de investigación identificado correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes de acuerdo a lo establecido por las normas de elaboración de trabajo académico.
- Este trabajo de investigación no ha sido previamente presentado completa ni parcialmente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
- Soy consciente de que mi trabajo puede ser revisado electrónicamente en búsqueda de plagios.
- De no encontrar uso de material intelectual ajeno sin el debido reconocimiento de su fuente o autor, me someto a las sanciones que determinan el procedimiento disciplinario.

Huaraz 13 setiembre de 2021



Milagros Melissa AGÜERO CHARQUI
DNI: 71288808

INDICE

| | | |
|--------|--|----|
| I. | Introducción..... | 1 |
| 1.1. | Objetivos | 3 |
| 1.1.1. | Objetivo general:..... | 3 |
| 1.1.2. | Objetivos específicos:..... | 3 |
| 1.2. | Hipótesis | 3 |
| 1.2.1. | Hipótesis de la investigación | 3 |
| 1.2.2. | Hipótesis específicas | 3 |
| 1.3. | Variables | 3 |
| 1.3.1. | Variable independiente | 3 |
| 1.3.2. | Variable dependiente..... | 4 |
| 1.4. | Operacionalización de variables | 4 |
| 1.5. | Alcances..... | 5 |
| 1.5.1. | Delimitación espacial | 5 |
| 1.5.2. | Delimitación temporal | 5 |
| 1.5.3. | Delimitación conceptual..... | 5 |
| 1.6. | Limitaciones | 5 |
| II. | Marco teórico | 7 |
| 2.1. | Realidad problemática..... | 7 |
| 2.2. | Antecedentes y fundamentación científica | 9 |
| 2.2.1. | Antecedentes internacionales..... | 9 |
| 2.2.2. | Antecedentes nacionales..... | 10 |
| 2.2.3. | Antecedentes locales..... | 11 |
| 2.3. | Bases teóricas..... | 12 |
| 2.3.1. | Tanque Séptico (Reactor primario)..... | 12 |

| | |
|--|----|
| 2.3.2. Agua residual domestica | 16 |
| III. Marco metodológico | 18 |
| 3.1. Tipo de investigación..... | 18 |
| 3.2. Diseño de investigación | 19 |
| 3.3. Metodología | 19 |
| 3.4. TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS..... | 23 |
| 3.5. Población, muestra y muestreo..... | 26 |
| 3.6. PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION..... | 26 |
| IV. Resultados..... | 28 |
| 4.1. Resultados obtenidos por parámetro: | 28 |
| 4.2. Resultados del comportamiento de la DQO en el afluente y efluente de los reactores primarios (tanque séptico) | 37 |
| 4.3. Contrastación de Hipótesis | 40 |
| V. Discusión..... | 49 |
| VI. CONCLUSIONES..... | 54 |
| VII. RECOMENDACIONES | 55 |
| VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS | 56 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|---|-----------|
| <i>Tabla N° 1 Cuadro de operacionalización de variables.....</i> | <i>4</i> |
| <i>Tabla N° 2 : Efecto de la temperatura en el reactor UASB.....</i> | <i>15</i> |
| <i>Tabla N° 3 Cociente DBO/DQO.</i> | <i>18</i> |
| <i>Tabla N° 4: Parámetros de diseño</i> | <i>20</i> |
| <i>Tabla N° 5 Dimensiones de los reactores primarios (tanques sépticos)</i> | <i>20</i> |
| <i>Tabla N° 6 Periodo, frecuencia y tipo</i> | <i>22</i> |
| <i>Tabla N° 7 Instrumentos y parámetros.....</i> | <i>22</i> |
| <i>Tabla N° 8 Formato de monitoreo para obtener resultados</i> | <i>23</i> |
| <i>Tabla N° 9 Parámetros de monitoreo</i> | <i>25</i> |
| <i>Tabla N° 10 Evaluación de los grupos (DQO)</i> | <i>41</i> |
| <i>Tabla N° 11 Evaluación de los grupos (Reactores y Temperatura).....</i> | <i>42</i> |
| <i>Tabla N° 12 Evaluación de los grupos (remoción de turbiedad).</i> | <i>43</i> |
| <i>Tabla N° 13 Evaluación de los grupos (oxígeno disuelto).</i> | <i>43</i> |
| <i>Tabla N° 14 Evaluación de los grupos (Reactores y Ph).....</i> | <i>44</i> |
| <i>Tabla N° 15 Evaluación de los grupos (Caudal).....</i> | <i>45</i> |
| <i>Tabla N° 16: Evaluación de los grupos (Reactores y Tiempo de retención)</i> | <i>45</i> |
| <i>Tabla N° 17 Prueba T para las unidades experimentales</i> | <i>46</i> |
| <i>ANEXO N° 01:Tabla N° 18 Calculo y diseños de los tanques sépticos (reactor primario)</i> | <i>58</i> |
| <i>ANEXO N° 02: Tabla N° 19 Datos de la DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO (DQO).....</i> | <i>60</i> |
| <i>Tabla N° 20 Datos de la temperatura</i> | <i>61</i> |
| <i>Tabla N° 21 Datos de la Turbiedad</i> | <i>62</i> |
| <i>Tabla N° 22 Datos del Ph.....</i> | <i>63</i> |
| <i>Tabla N° 23: Datos del Caudal</i> | <i>64</i> |
| <i>Tabla N° 24: Datos del tiempo de retención.....</i> | <i>65</i> |
| <i>Tabla N° 25 Datos de Velocidad de sedimentación</i> | <i>66</i> |

INDICE DE GRAFICOS

| | |
|---|-----------|
| <i>Gráfico N° 1: Intervalos de temperatura del afluente y efluente de los reactores primarios.....</i> | <i>28</i> |
| <i>Gráfico N° 2 Relación de la temperatura efluente/afluente (T^o_s/T^o_o) de los reactores primarios.....</i> | <i>29</i> |
| <i>Gráfico N° 3 Intervalos de Ph del afluente y efluente de los reactores primarios.</i> | <i>30</i> |
| <i>Gráfico N° 4 Relación del Ph efluente/afluente ($Ph.s/Ph.o$) de los reactores primarios.....</i> | <i>31</i> |
| <i>Gráfico N° 5: Variación de caudal de ingreso a los reactores primarios.....</i> | <i>32</i> |
| <i>Gráfico N° 6: Intervalos de la Turbiedad en el afluente y efluente de los reactores primarios.....</i> | <i>33</i> |
| <i>Gráfico N° 7: Remoción de Turbiedad en los reactores primarios.....</i> | <i>34</i> |
| <i>Gráfico N° 8: Variación del tiempo de retención en los reactores primarios.....</i> | <i>35</i> |
| <i>Gráfico N° 9: Oxígeno disuelto en el afluente de los reactores primarios (Tanque séptico).....</i> | <i>36</i> |
| <i>Gráfico N° 10: Comportamiento de la DQO en el afluente y los reactores primarios</i> | <i>37</i> |
| <i>Gráfico N° 11: Remoción de la DQO en los reactores primarios.....</i> | <i>38</i> |
| <i>Gráfico N° 12 :Velocidad de sedimentación en los reactores primarios</i> | <i>39</i> |
| <i>Gráfico N° 13: Generación de lodos en los reactores primarios.....</i> | <i>40</i> |
| <i>Gráfico N° 13 Histograma del grupo experimental R1 para la remoción de la DQO</i> | <i>47</i> |
| <i>Gráfico N° 14 Histograma del grupo experimental R2 para la remoción de la DQO</i> | <i>48</i> |
| <i>Gráfico N° 15 Histograma del grupo experimental R3 para la remoción de la DQO</i> | <i>48</i> |
| <i>Gráfico N° 16 Histograma del grupo experimental R4 para la remoción de la DQO</i> | <i>49</i> |

INDICE DE IMÁGENES

| | |
|---|-----------|
| <i>Imagen 1: Reactor Primario(Tanque Séptico)</i> | <i>13</i> |
| <i>Imagen 2 Dimensiones del Reactor primario (Tanque Septico)</i> | <i>14</i> |
| <i>Imagen 3: Etapas de la investigación.....</i> | <i>19</i> |
| <i>Imagen 4 : Ubicación del proyecto de investigación.....</i> | <i>21</i> |
| <i>Imagen 5 : Reactores primarios (tanques sépticos) resaltando los puntos de muestreo</i> | <i>21</i> |
| <i>Imagen 6 Construcción del repartidor de caudal general</i> | <i>67</i> |
| <i>Imagen 7: Construcción del repartidor de caudal de los reactores primarios(tanques sépticos)</i> | <i>67</i> |
| <i>Imagen 8 : Construcción de los reactores primarios(tanques sépticos)</i> | <i>68</i> |
| <i>Imagen 9: Tarrajeo de los reactores primarios (tanques sépticos).....</i> | <i>68</i> |
| <i>Imagen 10: Encofrado de las tapas de los reactores primarios (tanques sépticos)</i> | <i>69</i> |
| <i>Imagen 11: Reactores primarios culminados (tanques sépticos)</i> | <i>69</i> |
| <i>Imagen 12: Toma de muestra del efluente.....</i> | <i>70</i> |
| <i>Imagen 13: Toma de datos de campo.....</i> | <i>71</i> |
| <i>Imagen 14: Muestras de laboratorio de los reactores primarios (tanques sépticos)</i> | <i>71</i> |
| <i>Imagen 15:Muestra en el laboratorio del centro de Investigación Tuyu Rury.....</i> | <i>72</i> |
| <i>Imagen 16: Preparación de muestra (2.5 ml agua residual).....</i> | <i>72</i> |
| <i>Imagen 17: Reactivo-Acido sulfúricos empleados para el análisis de la DQO</i> | <i>73</i> |
| <i>Imagen 18:Solucion digestora para la DQO.....</i> | <i>73</i> |
| <i>Imagen 19: Digestión de viales de la DQO a 150°C.....</i> | <i>74</i> |
| <i>Imagen 20: Lectura de la muestra en el espectrofotómetro a 600 nm</i> | <i>74</i> |
| <i>Imagen 21: Anotación de la DQO por punto muestreado.....</i> | <i>75</i> |

RESUMEN EJECUTIVO

El objetivo de esta investigación es evaluar la influencia de las dimensiones Hidráulicas de un reactor primario en la Remoción de la DQO de las aguas residuales domesticas-Tuyu Rury-Marcará -Carhuaz – 2019. Se empleó el método experimental y se obtuvo como resultado realizando el Post-Hoc que el Ingreso (AA. RR), proporciona mayor grado de contaminación de la materia orgánica e inorgánica en el agua expresada en mg/L a comparación de los Reactores (R-1, R-2, R-3, y R-4). Que las dimensiones de los reactores proporcionan en promedio similares PH requeridos para la oxidación química de la materia orgánica e inorgánica en el agua una confianza de 95%. El Ingreso (AA. RR), proporciona mayor promedio de turbiedad en el agua residual domestica a comparación de los reactores (R-1, R-2, R-3, y R-4). El Ingreso(AA.RR), proporciona mayor promedio de tiempo de retención requerido para la oxidación química de la materia orgánica e inorgánica en el agua a comparación de los reactores (R-1, R-2, R-3, y R-4).. Se concluye que es eficaz la remoción de la Demanda Química de Oxígeno (DQO) de las aguas residuales domésticas y que los parámetros de campo promedio son similares para la temperatura y PH, mientras que tienen promedios diferentes en las turbiedad y tiempo de retención para la oxidación química de la materia orgánica e inorgánica en el agua con una confianza de 95% de las aguas residuales en el efluente del reactor primario en el tiempo, en la localidad Tuyu Rury– Marcará – Carhuaz – 2019.

Palabra clave: Dimensiones hidráulicas, reactor primario en la Remoción de la DQO, aguas residuales domesticas

ABSTRACT

The objective was to evaluate the influence of the Hydraulic dimensions of a primary reactor on the Removal of COD from domestic wastewater-Tuyu Rury-Marcará - Carhuaz - 2019. The experimental method was used and the result was obtained by performing the post-Hoc than Income (AA. RR), provides a higher degree of contamination of organic and inorganic matter in the water expressed in mg / L compared to the Reactors (R-1, R-2, R-3, and R-4). That the dimensions of the reactors provide on average similar PH required for the chemical oxidation of organic and inorganic matter in water, a confidence of 95%. The Income (AA. RR), provides a higher average turbidity in the wastewater compared to the reactors (R-1, R-2, R-3, and R-4). Income (AA. RR) provides a higher average retention time required for the chemical oxidation of organic and inorganic matter in water compared to reactors (R-1, R-2, R-3, and R-4). It is concluded that the removal of the Chemical Oxygen Demand (COD) from domestic wastewater is effective and that the average field parameters are similar for temperature and PH, while they have different averages in turbidity and retention time for the Chemical oxidation of organic and inorganic matter in water with 95% confidence of wastewater in the effluent of the primary reactor over time, in the Tuyu Rury town - Marcará - Carhuaz - 2019.

Keyword: Hydraulic dimensions, primary reactor in COD Removal, domestic wastewater

Keyword: Hydraulic dimensions, primary reactor in COD Removal, domestic wastewater

I. Introducción

A nivel mundial, los países ricos tratan aproximadamente el 70% de las aguas residuales urbanas e industriales que generan. Dicha proporción se reduce al 38% en los países de rentas medio-altas y al 28% en los de rentas medio-bajas. En los países pobres, solo el 8% recibe algún tipo de tratamiento. Estas estimaciones apoyan la aproximación frecuentemente citada según la cual, a nivel mundial, más del 80% del total de las aguas residuales se vierten sin tratar.

La mayoría de las actividades humanas que utilizan agua producen aguas residuales. En todos los países, a excepción de los países más desarrollados en su mayoría las aguas residuales son vertidas directamente al medio ambiente sin tratamiento adecuado, resultando ser perjudiciales para la salud humana, la productividad económica, la calidad de los recursos ambientales de agua dulce y los ecosistemas. (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, 2017)

Es por eso que se observa que debido al vertimiento incontrolable de las aguas residuales domesticas que se generan a diario; son una fuente importante de contaminación ambiental, ya que presentan una alta concentración de materia orgánica e inorgánica, que son los causantes de contaminación y del fenómeno de la eutrofización de recursos hídricos a los cuales no se les brinda un tratamiento adecuado ni trabajos de investigación que realice una serie de procesos físicos, químicos y bacteriológicos con el fin de eliminar los contaminantes presentes en el agua effluente del uso humano.

Es por ello que el problema general del trabajo de investigación es **¿las dimensiones hidráulicas optimas del reactor primario influye en la remoción de la Demanda química de oxígeno (DQO) en las aguas residuales domesticas en Tuyu Ruri-Marcara-Carhuaz?;**. La hipótesis de investigación es que las dimensiones hidráulicas de un reactor primario influyen en la remoción de la DQO de las aguas residuales domésticas(largo-ancho) y teniendo como objetivo general

evaluar la influencia de las dimensiones Hidráulicas de un reactor primario en la Remoción de la DQO de las aguas residuales domesticas-Tuyu Rury-Marcará.

Para el desarrollo de mi investigación se encuentra distribuido de la siguiente forma: En el capítulo I “Introducción” se plantean los objetivos, hipótesis, alcances, limitaciones y variables. En el capítulo II “Marco Teórico” donde se desarrollará la realidad de la problemática, antecedentes, bases teóricas y la definición de términos usados dentro de la investigación. En el capítulo III “Marco metodológico” en este capítulo se desarrollará el diseño metodológico donde se describe el tipo de investigación, diseño de investigación y la metodología, las técnicas e instrumentos, definición de la población, muestra y se detallará el plan de procesamiento y análisis estadístico de la información. En el capítulo IV “Resultados” se presenta todos los resultados estadísticos e información. En el capítulo V “Discusiones” se evaluará los resultados obtenidos y se contrastará con la información obtenida como antecedentes y marco teórico. En el capítulo VI “Conclusiones” se presentan las conclusiones de la investigación; en el capítulo VII “Recomendaciones” se realizará sugerencias en relación al trabajo de investigación y finalmente en el capítulo VIII “Referencias bibliografías” utilizados en la investigación.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo general:

- Evaluar la influencia de las dimensiones Hidráulicas de un reactor primario en la Remoción de la DQO de las aguas residuales domesticas-Tuyu Rury-Marcará

1.1.2. Objetivos específicos:

- Monitorear la concentración de los parámetros de campo en las aguas residuales en el afluente y efluente del reactor primario (tanques sépticos) para diferentes dimensiones hidráulicas.
- Determinar la eficiencia en remoción de la DQO en las aguas residuales en el efluente de las diferentes dimensiones del reactor primario (tanque séptico).

1.2. Hipótesis

1.2.1. Hipótesis de la investigación

- Las dimensiones hidráulicas de un reactor primario influyen en la remoción de la DQO de las aguas residuales domésticas.

1.2.2. Hipótesis específicas

- La concentración de los parámetros de campo en las aguas residuales en los reactores primarios (tanques sépticos) presenta variación mínima
- La remoción de la DQO en los reactores primarios tendrá una eficiencia mayor al 40%.

1.3. Variables

1.3.1. Variable independiente

Según (Amiel Pérez, 2007) la variable independiente o causa, es el motivo, o explicación de ocurrencia de otro fenómeno. En el presente estudio la variable independiente es dimensión hidráulica de un reactor primario.

- Dimensiones hidráulicas de un reactor primario (tanque séptico).

1.3.2. Variable dependiente

Según (Amiel Pérez, 2007) la variable dependiente o efecto, es el fenómeno que resulta, el que debe explicarse. En el presente estudio la variable dependiente es la remoción de la DQO en las aguas residuales domésticas.

- La remoción de la DQO de las aguas residuales domesticas

1.4. Operacionalización de variables

Tabla N° 1 Cuadro de operacionalización de variables

| VARIABLE INDEPENDIENTE | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DEFINICIÓN OPERACIONAL | DIMENSIONES | INDICADORES | ESCALA DE MEDICIÓN | TIPO DE VARIABLE |
|--|---|--|------------------------------|-------------|--------------------|-------------------|
| Dimensiones hidráulicas del reactor primario | Magnitudes físicas del reactor, se entienden propiedades de cuerpos. Fuente especificada no válida. | Determinar la superficie y establecer las dimensiones geométricas del reactor primario Fuente especificada no válida. | MAGNITUDES FÍSICAS | Altura | m (metros) | Numérico continuo |
| | | | | Largo | m (metros) | Numérico continuo |
| | | | | Ancho | m (metros) | Numérico continuo |
| | | | | Caudal | l/s | Numérico continuo |
| VARIABLE DEPENDIENTE | DEFINICION CONCEPTAL | DEFINICION OPERACIONAL | DIMENSIONES | INDICADORES | ESCALA DE MEDICIÓN | TIPO DE VARIABLE |
| Remoción de la DQO en las aguas residuales | Determina la remoción de materia orgánica, bajo parámetros de evaluación. Fuente especificada no válida. | La eficiencia de remoción para DQO está alrededor del 40 % para aguas residuales de tipo doméstico Fuente especificada no válida. | REMOCIÓN DE MATERIA ORGÁNICA | DQO | mg/ltrs. | Numérico continuo |
| | | | PARÁMETROS DE EVALUACIÓN | PH | ACIDO BÁSICO | Numérico continuo |
| | | | | Temperatura | °C | Numérico continuo |
| | | | | Turbiedad | UNT | Numérico continuo |

| | | | | | | |
|--|--|--|--|--------------------------------|----------|-------------------|
| | | | | Tiempo de retención hidráulica | DIAS | Numérico continuo |
| | | | | Oxígeno disuelto | mg/ltrs. | Numero continuo |

1.5. Alcances

1.5.1. Delimitación espacial

La investigación se desarrolló en el Centro poblado de Tuyu – Marcara en el centro experimental de Tuyu de la facultad de ciencias del ambiente.

1.5.2. Delimitación temporal

La investigación tuvo una duración de 140 días comprendidos desde el 22 de noviembre del 2019 hasta el 11 de enero del 2020

1.5.3. Delimitación conceptual

Tratamiento de las aguas residuales domesticas con reactores primarios (tanques sépticos).

1.6. Limitaciones

Teóricas

- **Dimensiones hidráulicas:** Como su propio nombre lo especifica, se refiere a la magnitud física de las unidades en función a las dimensiones largo y ancho establecido por el Reglamento nacional de edificaciones.
- **Parámetros de monitoreo:** Los parámetros que se monitorearon estuvieron en función a lo establecido en los indicadores de las variables de la tabla N° 01, que son la demanda química de oxígeno, temperatura, caudal, pH, turbiedad y tiempo de retención.

Operacionales:

- **Caudal de operación:** El ingreso de aguas residuales a las unidades de tratamiento estuvo condicionado por el mantenimiento de las unidades, al ser unidades pequeñas tendían a obstruirse
- **Capacidad del laboratorio:** Se emplearon todos los materiales y equipos disponibles en el laboratorio del centro experimental de tuyururi, se empleó los métodos de análisis en consideración al equipamiento.
- **Disposición final de las aguas residuales:** Las primeras 7 semanas se realizó la disposición por bombeo y hasta el término de la investigación por gravedad.
- **Energía eléctrica:** Esta zona no cuenta con un servicio estable de fluido eléctrico, es una zona de fondo común eléctrico que afecto directamente en el análisis y disposición de las aguas residuales.

II. Marco teórico

2.1. Realidad problemática

En **el informe** (Metcalf & Eddy, 1991): Invertir eficientemente en aguas residuales y otras infraestructuras de saneamiento es crucial para lograr beneficios de salud pública, mejorar el medio ambiente y la calidad de vida. Los servicios de agua, saneamiento e higiene administrados de manera segura son una parte esencial para prevenir enfermedades y proteger la salud humana durante los brotes de enfermedades infecciosas.

“En esta época en la que el 36 % de la población mundial vive en regiones donde el agua es un bien escaso, el tratamiento de las aguas residuales para su reutilización debe ser parte de la solución a los problemas de escasez y contaminación de las aguas”, manifestó Jennifer Sara, directora global de la Práctica Global de Agua del Banco Mundial. “Una vez tratadas, las aguas residuales pueden utilizarse para reemplazar el agua dulce para riego, procesos industriales o fines recreativos. También pueden usarse para mantener el flujo ambiental, y los productos derivados de su tratamiento pueden generar energía y nutrientes”(Metcalf & Eddy, 1991)

Según (Fernando Larios- Meoño et al., s. f.) en la revista Saber y hacer- Facultad de ingeniería -Universidad San Ignacio de Loyola en América Latina el tratamiento de aguas residuales se encuentra concentrada en ciudades en más de un 80%. Sin embargo, la provisión de agua es insuficiente. El 70% de las aguas residuales no tienen tratamiento, lo cual dificulta alcanzar el ciclo del agua, particularmente por el reusó del agua debido a su contaminación.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) en Perú, solamente se ha ejecutado el 30% de la inversión pública en tratamiento de agua, de acuerdo al Plan Nacional de Saneamiento Urbano y Rural 2006-2015. La contaminación del agua ocurre a niveles primario, secundario y terciario de las fuentes de agua. Las sustancias que contaminan el agua son orgánicas e inorgánicas resultando

ser una preocupación la contaminación del agua, que proviene de la presencia de altos niveles de arsénico inorgánico, plomo y cadmio por las consecuencias negativas tales como cáncer, diabetes mellitus, y enfermedades cardiovasculares. (Fernando Larios- Meoño et al., s. f.)

En nuestra localidad debido al vertimiento incontrolable de las aguas residuales domésticas que se generan a diario; son una fuente importante de contaminación ambiental, ya que presentan una alta concentración de materia orgánica e inorgánica, que son los causantes de contaminación y del fenómeno de la eutrofización de recursos hídricos a los cuales no se les brinda un tratamiento adecuado ni trabajos de investigación que realice una serie de procesos físicos, químicos y bacteriológicos con el fin de eliminar los contaminantes presentes en el agua efluente del uso humano.

Por ello nace la necesidad de realizar este trabajo de investigación con la finalidad de determinar parámetros para asegurar una buena calidad de vertimiento a través de la influencia de las dimensiones hidráulicas óptimas del reactor primario para la remoción de la Demanda química de oxígeno (DQO); parámetro importante que permite la depuración de las aguas residuales domésticas e información de aportación importante para la sociedad. La hipótesis de investigación es que las dimensiones hidráulicas de un reactor primario influyen en la remoción de la DQO de las aguas residuales domésticas (largo-ancho) y teniendo como objetivo general evaluar la influencia de las dimensiones Hidráulicas de un reactor primario en la Remoción de la DQO de las aguas residuales domésticas-Tuyu Rury-Marcará

Ante lo descrito se formula la siguiente pregunta **¿Las dimensiones hidráulicas óptimas del reactor primario influyen en la remoción de la Demanda química de oxígeno (DQO) de las aguas residuales en Tuyu Ruri-Marcara-Carhuaz?**

2.2. Antecedentes y fundamentación científica

2.2.1. Antecedentes internacionales

En la tesis desarrollada por (Remigio Sebastian, 2015), Ecuador. En su estudio denominado “Biopercolación para la remoción de materia orgánica de aguas residuales domésticas”, implemento un proceso de tratamiento mediante 3 biofiltros en serie a escala laboratorio para la remoción de contaminantes como la DQO y nutrientes, procedentes de aguas residuales domesticas sintéticas, para la investigación se empleó el análisis anova para el procesamiento de datos. Teniendo como resultados para la DQO valores de 580.3 mg/l para el afluente y 58.8 mg/l para el efluente. Se concluye que en los reactores se llevan a cabo tratamientos diferentes para la remoción de parámetros mediante el análisis anova; donde la DQO alcanzo una remoción considerable del 89.31 % después de su paso por el tratamiento, demostrando así que este sistema es eficaz en la reducción de este parámetro.

En la tesis desarrollada por (Daniela Esperanza Tenecota Intriago, 2016). En su estudio denominado de “Estudio de la eficiencia en la remoción de DQO mediante reactores anaerobios uasb en zonas frías andinas”. Se implemento reactores anaerobios teniendo como objetivo general establecer la eficiencia de remoción de DQO de un reactor anaerobio tipo UASB en zonas frías andinas. Para el análisis de resultados se utiliza el análisis estadístico de varianza (ANOVA), obteniendo como resultado el valor promedio de la temperatura vs tiempo de retención registrados a lo largo de los experimentos.

Para el experimento 1 cuyo tiempo de retención es de 9h la menor eficiencia se presenta alrededor de los 13.6 °C, mientras que para el experimento 2 con un mayor tiempo de retención mayor de 12h la menor eficiencia se presenta alrededor de los 13.3 °C. En relación a la DQO durante el experimento 1 se generó cambios en las condiciones operacionales del reactor UASB piloto, se observa una remoción de DQO del experimento 1, un valor máximo de 39 %, para el experimento 2 es de 53.2 %, con variaciones promedio de temperatura de 0.87 °C y de eficiencia de depuración de 13 %. Así mismo, se determina que el rango de temperatura para el cual el sistema de depuración con un TRH=12h conserva

funcionalidad, es de 13.6 °C a 16 °C, en el que el sistema mantiene eficiencias de 34 % a 54 %.

2.2.2. Antecedentes nacionales

En la tesis desarrollada por (Benavente, 2019), Lima. En su estudio denominado “sistema integrado tanque séptico y humedal de flujo horizontal para el tratamiento de agua residual doméstica”, se implementó un prototipo de tratamiento que consto de un tanque séptico (relación 1:3) y un humedal horizontal. Obteniéndose los valores promedio de la DQO de 690 mg/l para afluente y 269.50 mg/l para el efluente con una remoción promedio del 60.66%; para el PH un valor promedio de 7.87 para el afluente y un PH un valor promedio para el efluente 7.36; para la turbiedad un valor promedio de 262.20 UNT para el afluente y el valor promedio para el efluente es de 87.8 UNT con un porcentaje de remoción de 89.48 UNT; para la temperatura un valor promedio de 22.03 °C para el afluente y valor promedio de 22.22° C para el efluente. Concluyendo finalmente que el sistema integral de tanque séptico es una opción para el tratamiento de aguas residuales al evidenciar eficiencias de remoción que cumplen con los Límites máximos permisibles.

En la tesis desarrollada por (Ochoa Leon, Henry Raul, 2016). En su estudio denominado “Comparación de la eficiencia de remoción de materia orgánica entre un reactor de lodos activados y un reactor anaerobio de flujo ascendente”, se implementó un reactor lodos activados y reactor anaerobio de flujo ascendente. La metodología consistió en operar, los dos reactores de volúmenes de 6 litros, haciendo variar en TRH de 24 horas y 40 horas respectivamente. Se caracterizó la Demanda Química de Oxígeno (DQO) 547 mg/L, y pH 8,4. Se calculó la eficiencia máxima de la remoción de materia orgánica en el reactor de lodos activados, en la época de estiaje con el caudal de 0,15 L/h con un TRH de 40 horas resultando el 84,49 % de remoción y en un reactor UASB, en la época de estiaje con el caudal de 0,25 L/h con un TRH de 24 horas resultando 90,32 % de remoción. Concluyendo finalmente que el sistema implementado es eficiente en la remoción de materia orgánica en el reactor de lodos y el reactor anaerobio de flujo ascendente.

2.2.3. Antecedentes locales

En la tesis realizada por (Rurush & Raisa, 2018), Ancash. En su estudio titulado “eficiencia de biodigestores usando PET y esponjas para la remoción de DQO, DBO del agua residual domestica - Tuyu, Marcará”. Teniendo como objetivo general determinar la remoción de DQO, DBO de aguas residuales empleando biodigestores prefabricados en la planta piloto. La metodología empleada fue la instalación de un tanque séptico mejorado con esponjas de 0.6 m³ y su posterior monitoreo de la DBO y DQO. Observándose que caudal de ingreso promedio fue de 0.0077 l/s y una remoción promedio de la DQO de un 51.11%. Concluyendo finalmente que la remoción de DQO en las aguas residuales empleando biodigestores prefabricados es más eficaz con esponjas.

En la tesis desarrollada por (Castillejo Lopez & Aquino Mariluz, 2017). En su estudio titulado “Remoción de contaminantes físico químicos y microbiológicos de un efluente de un tanque séptico mediante un sistema tipo esponjas endurecidas, en la localidad de Marian”. Teniendo como objetivo general determinar la eficiencia de remoción de contaminantes fisicoquímicos y microbiológicos sistema desarrollado para la presente investigación, consiste en la aplicación de un reactor con un medio filtrante con esponjas endurecidas. El sistema implementado opero a una temperatura que oscilo de 11.25 a 15.30 °C y una concentración de pH de 7.3 a 8.11. El reactor DHS mostro una eficiencia de remoción de contaminantes fisicoquímicos y microbiológicos, logrando una eficiencia de remoción del 87.2% en DBO y el 85.4% en DQO; la mejor eficiencia que se obtuvo es en la eliminación de los sólidos suspendidos totales SST que llego a removerse hasta el 93.3% y la remoción de aceites y grasas llego al 99.7%. Finalmente se concluye que los parámetros analizados han sido removidos eficientemente por el sistema DHS con esponjas endurecidas, que funciono de manera continua durante todo el tiempo de estudio.

2.3. Bases teóricas

2.3.1. Tanque Séptico (Reactor primario)

Es un tanque de sedimentación de acción simple, en el que los lodos sedimentados están en contacto inmediato con las aguas negras que entran al tanque, mientras los sólidos orgánicos se descomponen por acción bacteriana anaerobia.

El tanque séptico se permite en zonas rurales o urbanas en las que no existen redes de alcantarillado, o ésta se encuentren tan alejadas, como para justificar su instalación. (NORMA TÉCNICA I.S. 020, s. f.)

Diseño de tanque Séptico

a) Volumen del tanque séptico

En el diseño del tanque séptico es necesario determinar los siguientes aspectos: tiempo de retención hidráulica, volumen de sedimentación. (OPS/CEPIS/03.80, s. f.)

b) **Tiempo de retención hidráulica:** Será calculado mediante CEPIS (2005) el tiempo de retención puede obtenerse de la relación del volumen (V) sobre el caudal (Q).

$$Tr = V / Q$$

Dimensiones del tanque séptico

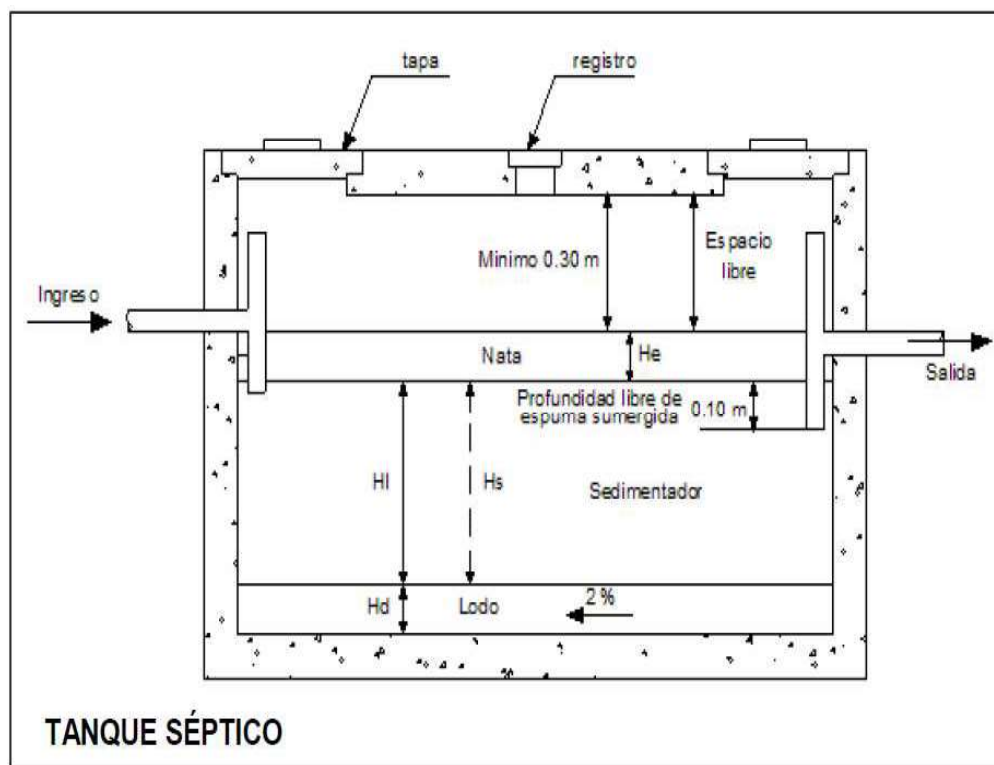
Para determinar las dimensiones internas de un tanque séptico rectangular, además de la Norma S090 y de las Especificaciones técnicas para el diseño de tanque séptico, se emplean los siguientes criterios:

- La relación entre el largo y ancho deberá ser como mínimo de 2:1.
- En general, la profundidad no deberá ser superior a la longitud total.
- Si el tanque séptico tiene un ancho W, la longitud del primer compartimiento debe ser 2W y la del segundo W.
- Para mejorar la calidad de los efluentes, los tanques sépticos, podrán subdividirse en 2 o más cámaras. No obstante, se podrán aceptar tanques de

una sola cámara cuando la capacidad total del tanque séptico no sea superior a los 5 m³.

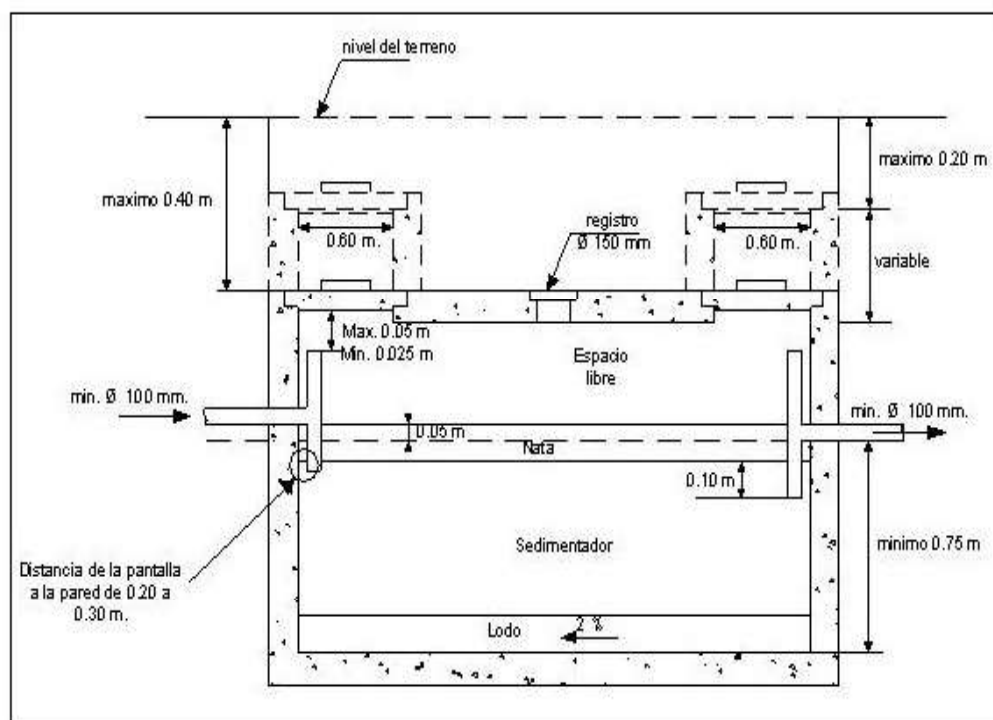
- Ningún tanque séptico se diseñará para un caudal superior a los 20 m³/día. Cuando el volumen de líquidos a tratar en un día sea superior a los 20 m³ se buscará otra solución. No se permitirá para estas condiciones el uso de tanques sépticos en paralelo.
- Cuando el tanque séptico tenga 2 o más cámaras, la primera tendrá una capacidad de por lo menos 50% de la capacidad útil total.
- La relación entre el largo y el ancho del tanque séptico será como mínimo de 2:1
- El fondo de los tanques tendrá una pendiente de 2% orientada al punto de ingreso de los líquidos. (OPS/CEPIS/05.163, s. f.)

Imagen 1: Reactor Primario(Tanque Séptico)



FUENTE: (OPS/CEPIS/03.80, s. f.)

Imagen 2 Dimensiones del Reactor primario (Tanque Septico)



FUENTE: (OPS/CEPIS/03.80, s. f.)

Potencial de hidrógeno:

El intervalo óptimo de pH para la digestión anaeróbica, está comprendido entre 6.8-7.5 aunque el proceso puede desarrollarse eficazmente en el intervalo 6.0-8.0, especialmente para reactores bien aclimatados. Se han alcanzado incluso valores de pH=5.5 para alimentaciones complejas y pH=3.5 para fermentación de metanol. Algunos cultivos enriquecidos pueden operar a pH comprendidos entre 8 y 9. En la digestión de sustratos complejos las bacterias fermentativas formadoras de ácidos, son menos susceptibles a valores bajos de pH, que las bacterias metanogénicas. No existe una teoría concluyente para explicar el papel del pH y su actuación debe considerarse asociada a la concentración de AGV, potencial redox, presión parcial de hidrógeno y alcalinidad. Por su facilidad de medida es un parámetro de control habitualmente utilizado en la gestión de digestores anaeróbicos, aunque un descenso en el valor del pH sólo sirve para certificar una situación no deseable. (Russel, 2012)

Temperatura:

Podrá operarse en los rangos psicrófilico (temperatura ambiente), mesofílico (temperaturas aproximadamente a los 35 °C) o termofílico (temperaturas en torno a los 55 °C). Las tasas de crecimiento y reacción aumentan conforme lo hace el rango de temperatura, pero también la sensibilidad a algunos inhibidores, como el amoníaco.

En el rango termofílico se aseguran tasas superiores de destrucción de patógenos. La temperatura es un parámetro de operación trascendental, pues está implicado en los balances energéticos, que en último término pueden posibilitar o impedir la utilización práctica de las técnicas anaeróbicas. Atendiendo al intervalo de temperatura, las operaciones de los reactores se clasifican en:

Psicrófilo: $-5 < T < 20^{\circ} \text{C}$

Mesófilo: $8 < T < 45^{\circ} \text{C}$

Termófilo: $40 < T < 70^{\circ} \text{C}$

Hipertermófilo: $65 < T < 110^{\circ} \text{C}$.

La mayoría de las bacterias metanogénicas conocidas son mesófilas y tienen una temperatura óptima alrededor de 35°C. Las termófilas tienen un óptimo de operación a 55°C. Aunque la metanogénesis se produce a temperaturas próximas a 4°C, no se han descrito bacterias metanogénicas psicrófilas.

En la práctica, la temperatura de 35°C, suele tomarse como valor de referencia para el diseño y operación de reactores sin que esto suponga que los reactores no pueden trabajar a temperaturas más bajas. Menor temperatura significa menor actividad y mayor volumen de reactor, pero no imposibilidad de realizar el proceso. (Russel, 2012).

Tabla N° 2 : Efecto de la temperatura en el reactor UASB

| TEMPERATURA (°C) | CAPACIDAD DE DISEÑO (KG DQO/m ³ /día) |
|------------------|--|
| 40 | 15-25 |
| 30 | 10-15 |
| 20 | 5-10 |
| 15 | 2-5 |
| 10 | 1-3 |

Fuente: (Russel, 2012)

2.3.2. Agua residual domestica

AGUA RESIDUAL DOMESTICA

Las aguas residuales son las aguas usadas y los solidos que por uno u otro medio se producen en las cloacas y son transportados mediante el sistema de alcantarillado. (ROJAS, 2000)

Demanda Química de Oxígeno (DQO)

DQO es la cantidad de oxígeno requerido para la oxidación química de la materia orgánica e inorgánica en el agua expresada en mg/L y se emplea un oxidante (dicromato potásico) que se determina en tres horas y, en la mayoría de los casos, guarda una buena relación con la DBO por lo que es de gran utilidad al no necesitar los cinco días de la DBO. Sin embargo, la DQO no diferencia entre materia biodegradable y el resto y no suministra información sobre la velocidad de degradación en condiciones naturales, el valor de la DQO es mayor que el de la DBO5. (Ing. Cecibel Torres Molinares., s. f.)

El valor de la DQO es siempre superior al de la DBO5 porque muchas sustancias orgánicas pueden oxidarse químicamente, pero no biológicamente, y su contenido es de materia orgánica: es de carbohidratos, proteínas, grasas e inorgánico (hierro ferroso, nitritos, amoníaco, sulfuros y cloruros). (Ing. Cecibel Torres Molinares., s. f.)

Características:

El ensayo de la DQO se emplea para medir el contenido de materia orgánica tanto de las aguas naturales como de las residuales. En el ensayo, se emplea un agente químico fuertemente oxidante en medio ácido para la determinación del equivalente de oxígeno de la materia orgánica que puede oxidarse. (Ing. Cecibel Torres Molinares., s. f.)

El ensayo de la DQO también se emplea para la medición de la materia orgánica presente en aguas residuales tanto industriales como municipales que tengan compuestos tóxicos para la vida biológica. La DQO de un agua residual suele ser

mayor que su correspondiente DBO, siendo esto debido al mayor número de compuestos cuya oxidación tiene lugar por vía química frente a los que se oxidan por vía biológica. (Ing. Cecibel Torres Molinares., s. f.)

En muchos tipos de aguas residuales es posible establecer una relación entre los valores de la DBO y la DQO. Ello puede resultar de gran utilidad dado que es posible determinar la DQO en un tiempo de 3 horas, frente a los 5 días necesarios para determinar la DBO. Una vez establecida la correlación entre ambos parámetros, pueden emplearse las medidas de la DQO para el funcionamiento y control de las plantas de tratamiento. (Ing. Cecibel Torres Molinares., s. f.)

Relación DQO/DBO

La DBO y la DQO son los parámetros más importantes en la caracterización de las aguas residuales. Es posible para un agua superficial o residual correlacionar su valor de DBO y DQO, para estimar la DBO con un valor conocido de DQO. Desde luego, la muestra de agua deberá provenir siempre del mismo origen, y tener dentro de un estrecho margen de variación, las mismas cualidades entre cada muestreo y análisis efectuado. La relación DQO/DBO es un indicador de que tan biodegradable es el agua residual. El agua residual doméstica, presenta relaciones cercanas a 2:1; en la medida que la relación vaya creciendo es indicativo que la materia oxidable presente es menos apta para ser consumida por los microorganismos. (www.bvsde.paho.org/2013, s. f.)

Las ventajas que se puede observar del método de la DQO frente a la DBO son:
Es más rápido que la DBO (dura unas 3 horas).

Es aplicable cuando las aguas contaminadas contienen agentes tóxicos para los microorganismos, ya que en este caso la DBO daría valores de materia orgánica mucho más bajo de lo que realmente hay, pues los microorganismos murieran y consecuentemente se consume menos oxígeno.

Dado que el compuesto químico oxidante es mucho menos selectivo que los microorganismos, toda la materia oxidable presente se oxidará (incluso aquella que no sería descompuesta por microorganismos). Por lo tanto, los valores

obtenidos de DQO serán superiores (o como mínimo iguales) a los valores de DBO. Normalmente se acepta que si el valor de la relación DBO/DQO es de aproximadamente 0.5 o más el agua es biodegradable, mientras que si es menor de 0.5 se considerará difícilmente biodegradable. (Ing. Cecibel Torres Molinares., s. f.)

Tabla N° 3 Cociente DBO/DQO.

| <i>AGUA BIODEGRADABLE</i> | <i>AGUA DIFÍCILMENTE BIODEGRADABLE</i> |
|----------------------------|--|
| DBO/DQO mayor o igual 0.25 | DBO/DQO menor 0.25 |

(Fuente: adaptado de Metcalf & Eddy, 1990)

Remoción de la demanda química de oxígeno en aguas residuales.

La remoción de DQO en el sistema se refiere a la diferencia entre el la DQO de entrada (afluente) y la DQO de salida (efluente), en donde él % de remoción se expresa por:

$$\% DQO \text{ rem} = \frac{DQO_{Afl} - DQO_{efl}}{DQO} \times 100$$

En la que:

% DQO remv: porcentaje de DQO removida

DQO afl: concentración de DQO afluente

DQO efl: concentración DQO efluente

III. Marco metodológico

3.1. Tipo de investigación

Investigación Aplicada: es la utilización de los conocimientos en la práctica misma en ambientes naturales (de campo), para aplicarlos en la mayoría de los casos, en provecho del hombre y la sociedad. Persigue fines de aplicación directos e inmediatos. Busca la aplicación sobre una realidad circunstancial antes que el desarrollo de teorías. Esta investigación busca conocer para hacer y para actuar. (GONZALES, 2011)

3.2. Diseño de investigación

Según el tipo de investigación es el explicativo ya que este estudio busca el porqué de los hechos, estableciendo relaciones de causa- efecto basándose en la estrategia de investigación que se emplea, ya que el diseño, los datos que se recolectan, la manera de obtenerlos, el muestreo y otros componentes del proceso de investigación son distintos. (GONZALES, 2011)

Según el enfoque de investigación, es un método experimental ya que se experimenta con una variable independiente que puede ser manipulada si así lo desea el investigador, esto implica que habrá una intervención o experimentación. Frecuentemente se aplica en el análisis de los datos una ANOVA o análisis de varianza.

Según el grado de abstracción es una Investigación pura (básica); esta investigación busca aumentar la teoría, por lo tanto, se relaciona con nuevos conocimientos, de este modo no se ocupa de las aplicaciones prácticas que puedan hacer referencias los análisis teóricos. (GONZALES, 2011)

3.3. Metodología

En el presente acápite se presenta las etapas que se ejecutaron para la elaboración de la investigación para la recolección de datos:

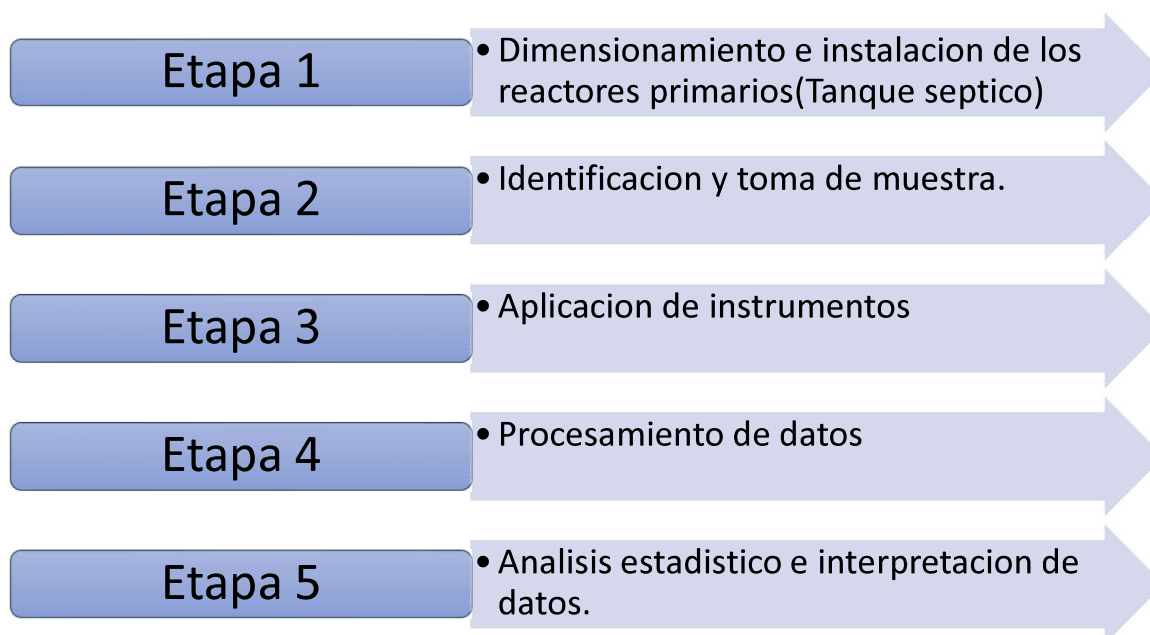


Imagen 3: Etapas de la investigación

3.3.1. Etapa 1: Dimensionamiento e instalación de los reactores primarios (tanques sépticos)

a. Dimensionamiento del reactor primario

Se realizó el de los tanques sépticos en consideración de los siguientes parámetros (ver tabla N° 2), obteniéndose las siguientes dimensiones para los tanques sépticos (ver tabla N° 3).

Tabla N° 4: Parámetros de diseño

| Población atendida | Dotación (R.M n° 148) | Caudal diseño (m ³ /d) | Relación ancho/largo |
|--------------------|-----------------------|-----------------------------------|--|
| 19 | 80 l/hab/día | 1.22 | <ul style="list-style-type: none"> • 1:2 • 1:2.3 • 1:2.7 • 1:3.3 |

Tabla N° 5 Dimensiones de los reactores primarios (tanques sépticos)

| Reactor (tanque séptico) | Largo | Ancho | Alto (zona sedimentación) | Alto total |
|--------------------------|-------|-------|---------------------------|------------|
| R1 | 1.27 | 0.65 | 0.35 | 0.75 |
| R2 | 1.38 | 0.60 | 0.35 | 0.75 |
| R3 | 1.50 | 0.55 | 0.35 | 0.75 |
| R4 | 1.65 | 0.50 | 0.35 | 0.75 |

b. Instalación del reactor primario

La instalación de las unidades de tratamiento se realizó en el área experimental de la escuela profesional de ingeniería sanitaria en el centro experimental de tuyu ruri, marcara, que consto de la construcción de los tanques sépticos con las dimensiones ya detalladas en la tabla N° 03 con sus respectivos vertederos triangulares.

Imagen 4 : Ubicación del proyecto de investigación

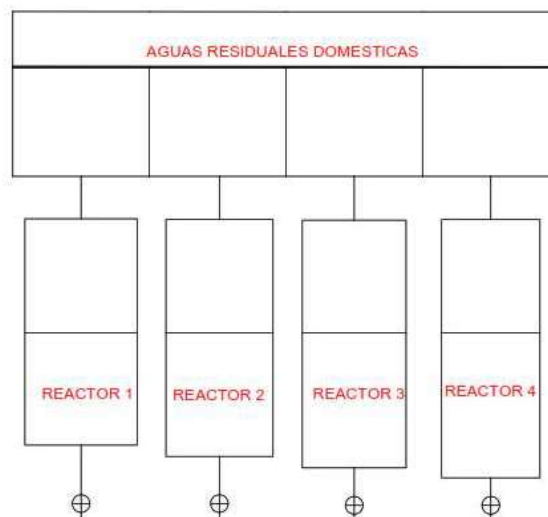


3.3.2. Etapa 2: Identificación y toma de muestra

a. Puntos de muestreo

Se realizó la identificación de los puntos de muestreo en función a lo establecido en la resolución ministerial 273 – 2013 vivienda como se observa en la imagen 3.

Imagen 5 : Reactores primarios (tanques sépticos) resaltando los puntos de muestreo



b. Frecuencia de muestreo

El Periodo De Toma De Muestra Para La Investigación Está Comprendido Por:

Tabla N° 6 Periodo, frecuencia y tipo

| Periodo | 16 semanas |
|-----------------|----------------------|
| Frecuencia | Semanal (sábados) |
| Tipo de muestra | Puntual |

3.3.3. Etapa 3: Aplicación de instrumentos

Los análisis se desarrollaron en el laboratorio del centro experimental de Tuyu ruri y los instrumentos aplicados se detallan en la tabla N° 5.

Tabla N° 7 Instrumentos y parámetros

| Parámetro | Tipo de análisis | Instrumento aplicado |
|----------------------------------|------------------|--|
| Demanda química de oxígeno (DQO) | Laboratorio | 5220 D. Método colorimétrico a flujo cerrado |
| Temperatura | Campo | 2550 B. Método de laboratorio y campo |
| pH | Campo | 4500 – H + B Método electrométrico |
| Turbiedad | Campo | 2130 B método de laboratorio y campo |
| Caudal | Campo | Método volumétrico |
| Tiempo de retención | Gabinete | Método volumétrico adaptado |
| Oxígeno disuelto | Campo | 4500-O G. Membrane-Electrode Method - |

| | | |
|--|--|----------------------------------|
| | | Protocolo de monitoreo de AA. RR |
|--|--|----------------------------------|

3.3.4. Etapa 4: Procesamiento de datos

Se procedió a sistematizar y graficar los datos monitoreados obtenidos semanalmente(sábados).

Tabla N° 8 Formato de monitoreo para obtener resultados

| SEMANAS | PARAMETRO | | | | |
|---------|-----------|----------|----------|----------|----------|
| 16 | Afluente | Efluente | Efluente | Efluente | Efluente |
| | AA. RR | R1 | R2 | R3 | R4 |

3.3.5. Etapa 5: Análisis estadístico e interpretación de datos

Se realizó el análisis de los datos mediante métodos estadísticos, se procedió a determinar la normalidad de los datos obtenidos durante el muestreo y aplicación del instrumento, para aplicar el método de análisis de la varianza (ANOVA) para identificar la influencia de las dimensiones hidráulicas en la remoción de la DQO para los reactores primarios (tanques sépticos) implementados.

3.4. TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS

3.4.1. Técnicas de muestreo

La técnica fiable y más adecuada a mi investigación fue a través de monitoreos, que permite la recolección de información y datos puntuales por un periodo de 4 meses de forma semanal en cumplimiento del procedimiento de monitoreo planteado por el investigador.

Método volumétrico

Según el *Ministerio de agricultura y riego(2015)*, s. f. La aplicación de este método es para determinar caudales muy pequeños, este método se basa en medir el tiempo que demora un recipiente de un volumen conocido. Al

dividir la capacidad del recipiente (litros) por el tiempo empleado (segundos) se obtiene el caudal en l/s, como se indica en la siguiente fórmula:

Caudal (l/s)= Volumen del recipiente (l)/Tiempo que demora en llenarse (s).

Condiciones geométricas

Consiste en determinar si la unidad fue correctamente proyectada y construida y si se encuentra en buen estado de mantenimiento.

Tiempo de retención real

Según (OPS/CEPIS/03.80, s. f.) el tiempo de retención puede obtenerse de la relación del volumen (V) sobre el caudal (Q).

b. Pruebas estandarizadas

Los métodos de análisis presentados en este informe son «Métodos normalizados para aguas residuales» consiste incluir técnicas adecuadas para el análisis de la gran cantidad de tipos de muestras encontradas durante la evaluación y control de la contaminación de las aguas. (*American Public Health Association et al., 2018, s. f.*)

3.4.2. Instrumentos

La información recopilada será en función de las variables descritas para la investigación, los parámetros de campo se realizarán insitu utilizando los equipos calibrados y posteriormente el análisis de laboratorio en el laboratorio del centro experimental de Tuyu Ruri aplicando los métodos estandarizados (Método APHA - Standard Methods) y la utilización de equipos calibrados, estos análisis se realizaron con el asesoramiento y supervisión de analistas capacitados del laboratorio de calidad ambiental de la Unasam.

Método APHA – Standard methods 4500-NH3C

Se empleó el Método APHA – Standard methods 5220 D-Método colorimétrico a flujo cerrado

Es un método de reflujo cerrado en cuanto al uso de sales metálicas como reactivo y a la inexistencia de uso de agua para reflujo. Para ello se realizó una mezcla a ebullición de los ácidos crómico y sulfúrico. Se somete a reflujo

una muestra en una solución acida fuerte con un exceso de dicromato. Se cierra los viales y se invierte de un lado para el otro con la finalidad de mezclar completamente; para esta acción es importante utilizar mascarilla en la cara y proteger las manos del calor producido cuando se mezcla el contenido del vial.

Luego se realizó el proceso de digestión de las muestras y el blanco para determinar la cantidad de dicromato consumido. El blanco es solo una muestra de agua desionizada que se maneja de la misma manera que sus muestras. El tiempo de digestión es de 2 hrs a $150 \pm 2^\circ\text{C}$. Culminado el tiempo dejar enfriar las muestras del proceso de digestión y del blanco. Esta muestra se lleva al espectrofotómetro para lectura la longitud de onda de 600 nm. Poner el instrumento en cero usando un vial en blanco y finalmente la lectura de los resultados de las muestras.

Tabla N° 9 Parámetros de monitoreo

| Variable | Indicador | Unidad | Técnica | Instrumento |
|--|---------------------|---------------------|------------------------------------|---|
| Reactor primario para diferenciar las dimensiones hidráulicas | Caudal | m ³ /día | Observacional | Método volumétrico |
| | Largo | m | Observacional | Dimensiones |
| | Ancho | m | Observacional | Dimensiones |
| | Alto | m | Observacional | Dimensiones |
| | Tiempo de retención | día | Observacional | Método volumétrico |
| Remoción de la DQO | Ph | unidad Ph | Prueba estandarizada 23 rd edición | 4500 – H + B Método electrométrico |
| | Temperatura | C° | Prueba estandarizada 23 rd edición | 2550 B. Método de laboratorio y campo |
| | Turbiedad | UNT | Prueba estandarizada 23 rd edición | 2130 B método de laboratorio y campo |
| | DQO | mg/l | Prueba estandarizada 18 rd edición | 5220 D. Método colorimétrico a flujo cerrado |

3.5. Población, muestra y muestreo

3.5.1. Población

La población identificada es equivalente al volumen de aguas residuales que ingresa a los reactores primarios.

3.5.2. Muestra

La muestra es el volumen de 1 litro por punto de muestro de aguas residuales necesarios para el análisis de los parámetros especificados.

Muestra no probabilística, según (Hernández Sampieri, Fernández Collado, y Baptista Lucio, 2014), las muestras no probabilísticas en la elección de los elementos no dependen de la probabilidad, sino de causas relacionadas con las características de la investigación.

La muestra es no probabilística debido a que en su estudio transversal cuantitativo no depende de procesos mecánicos estadísticos depende del volumen necesario de aguas residuales para realizar los análisis.

3.6. PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION

Los datos obtenidos se tabularán y graficarán y posteriormente realizar las interpretaciones en referencia al comportamiento de cada parámetro. Además, el diseño estadístico estará en función de los parámetros de estudio.

3.6.1. Método Estadístico

Se realizó el análisis de varianza (ANOVA) para los datos paramétricos y el análisis de Kruskal y Walis para datos no paramétricos, donde se trabajó con el programa minitab 19 para el cálculo estadístico descriptiva y el análisis entre los grupos desarrollados en el experimento.

3.6.1.1. Prueba Anova de un factor

El análisis de varianza (ANOVA) de un factor es un método estadístico para examinar las diferencias en las medias de tres o más grupos, el ANOVA de un factor se emplea cuando tenemos una única variable o

factor independiente y el objetivo es investigar si las variaciones o diferentes niveles de ese factor tienen un efecto medible sobre una variable dependiente. El ANOVA de un factor sólo puede utilizarse cuando se investiga un solo factor y una sola variable dependiente. Cuando se comparan las medias de tres o más grupos, puede indicar si al menos un par de medias es significativamente diferente, pero no puede indicar qué par. También requiere que la variable dependiente esté distribuida de manera normal en cada uno de los grupos y que la variabilidad dentro de cada grupo sea similar en todos los grupos. (*Prueba de anova*, s. f.)

3.6.1.2. Prueba de Kruskal y Wallis

Esta prueba no paramétrica es análoga a la prueba paramétrica ANOVA de una vía. Aquí se prueba si varias muestras independientes (más de dos muestras o lo que es lo mismo decir k muestras independientes) provienen o no de la misma población.

Puede ser considerada como una generalización de la prueba de la Suma de rangos de Wilcoxon. Asume que la variable tiene una distribución continua y requiere que esté medida en una escala ordinal. (*Prueba de Kruskal y wallis*, s. f.)

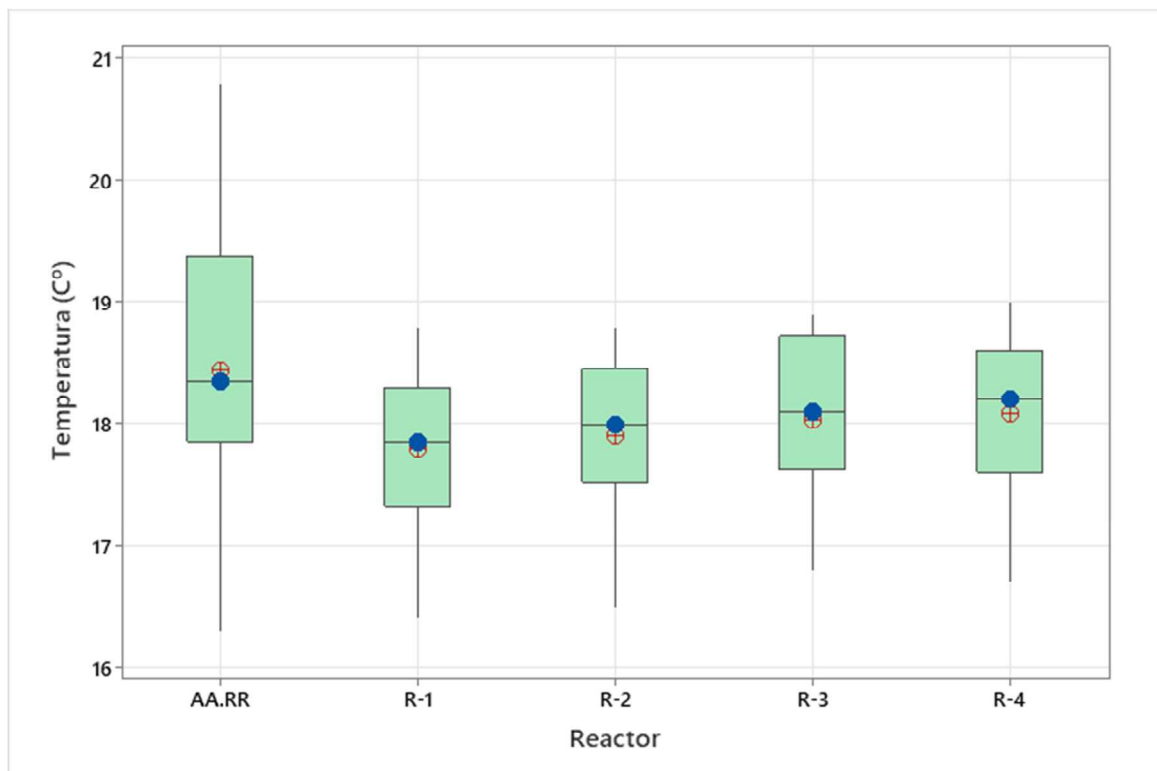
IV. Resultados

En el siguiente capítulo se presenta los resultados de las mediciones de los parámetros de DQO, PH, turbiedad, temperatura, tiempo de retención durante 16 semanas, resultados que se detallan a continuación:

4.1. Resultados obtenidos por parámetro:

4.1.1. Temperatura en el afluente y efluente de los reactores primarios (tanques sépticos)

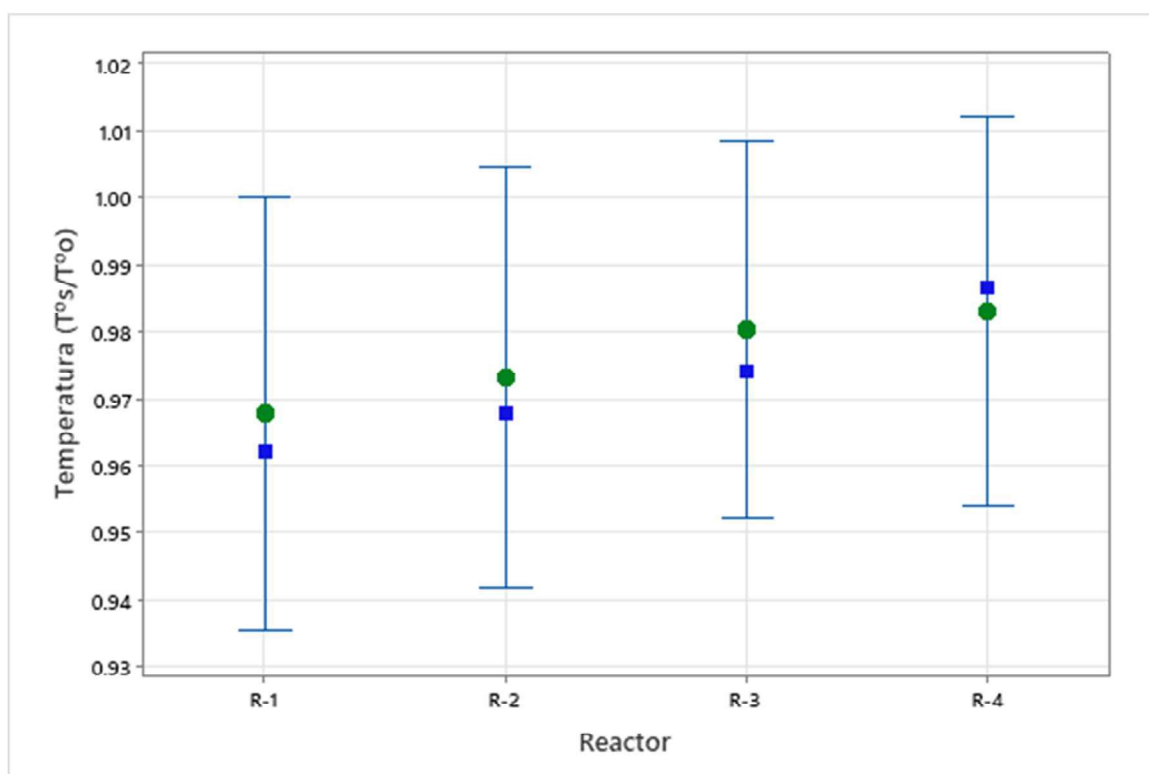
Gráfico N° 1: Intervalos de temperatura del afluente y efluente de los reactores primarios



En el gráfico N° 01 de cajas y bigotes se observa los intervalos de los datos de temperatura registradas para el afluente y efluente de aguas residuales, observándose valores promedios de 18.438, 17.794, 17.894, 18.031, 18.081 °C y medianas de 18.35, 17.85, 18.00, 18.10, 18.20 °C para el afluente y efluente de los reactores primarios (tanques sépticos) 1, 2, 3, 4. Así mismo los extremos de los bigotes nos indican el intervalo de confianza de los datos; los valores mínimos de

16.3, 16.4, 16.5, 16.8, 16.7 °C y valores máximos de 20.8, 18.8, 18.8, 18.9, 19.0 °C para el afluente y efluente de los reactores primarios(tanques sépticos) 1, 2, 3, 4 . Por otro lado, la gráfica nos permite observar que los valores de la T° en cada punto de muestreo varían mínimamente entre la temperatura de salida

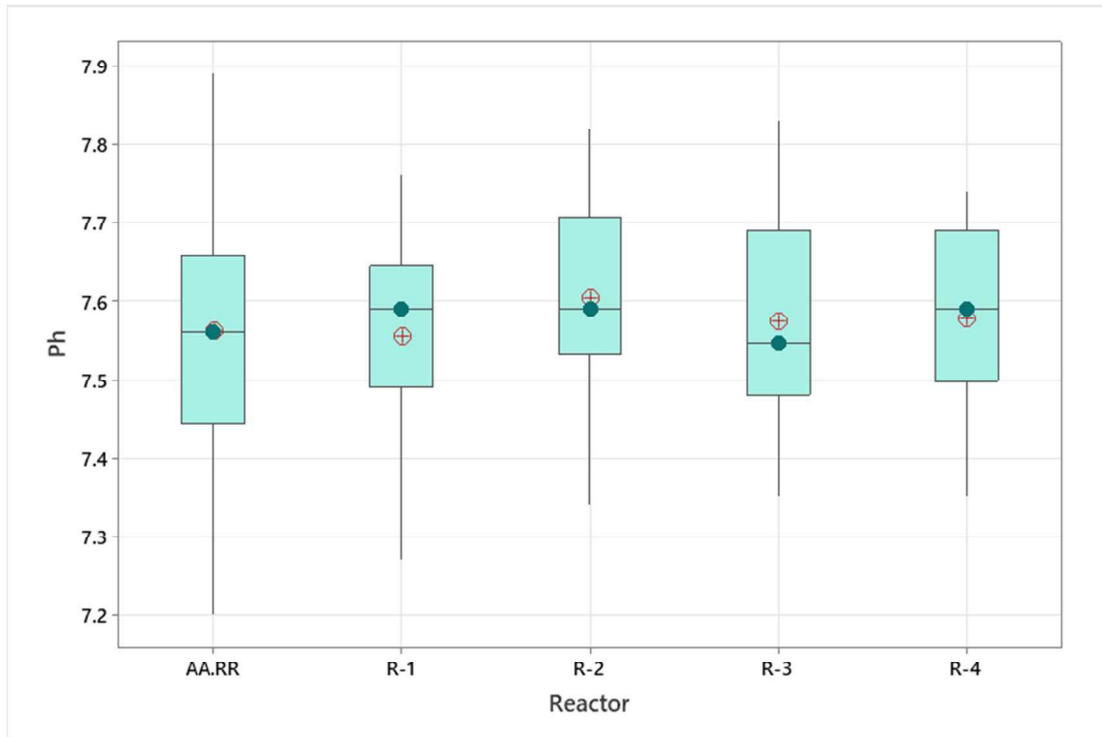
Gráfico N° 2 Relación de la temperatura efluente/afluente ($T^{\circ}s/T^{\circ}o$) de los reactores primarios



En el grafico N° 02 de intervalos se observa los intervalos de confianza de la relación entre la temperatura de salida e ingreso ($T^{\circ}s/T^{\circ}o$) para cada reactor primario, observándose una variación promedio de 0.9678, 0.9732, 0.9803, 0.9831 para los tanques 1, 2, 3, 4. Así mismos valores mínimos de 0.8798,0.8750,0.8846,0.8798 respectivamente y valores máximos 1.1104,1.1166,1.0920,1. 0798.Se observa gráficamente que varían mínimamente.

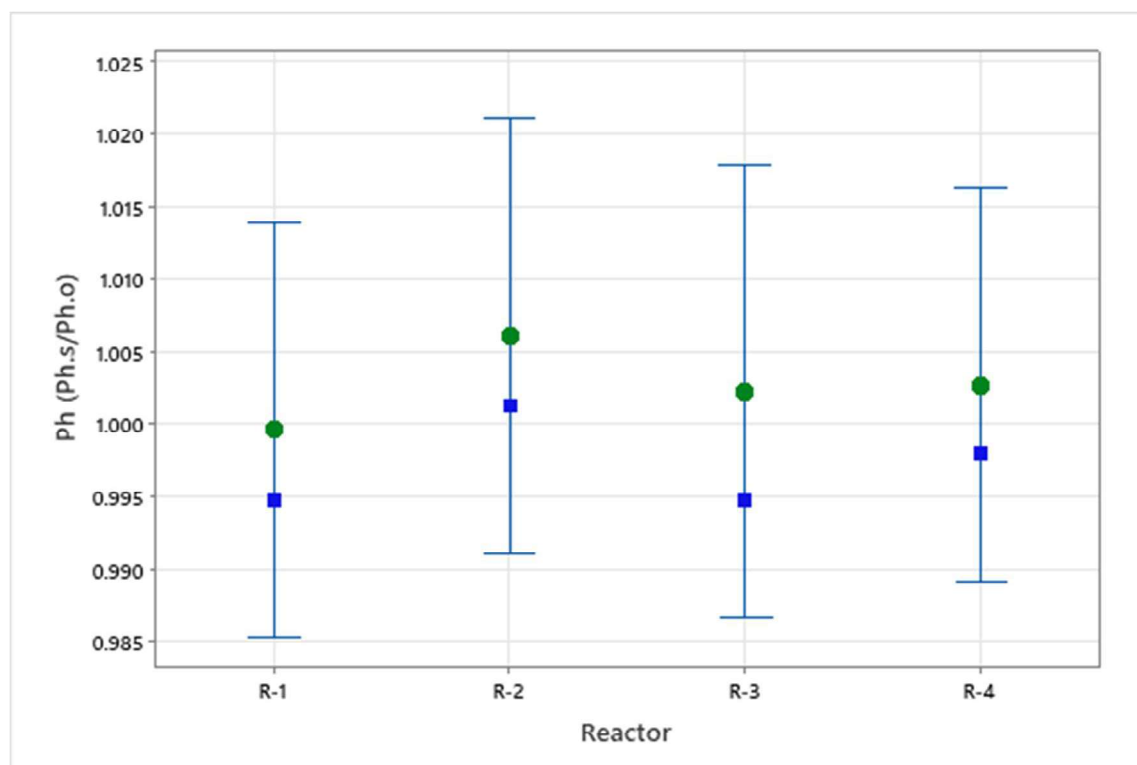
4.1.2. Ph en el afluente y efluente de los reactores primarios (tanques sépticos)

Gráfico N° 3 Intervalos de Ph del afluente y efluente de los reactores primarios



En el grafico N° 03 de cajas y bigotes se observa los intervalos de los datos de Ph registradas para el afluente y efluente de aguas residuales, observándose valores promedios de 7.561, 7.5550, 7.6031, 7.5737, 7.5781 y medianas de 7.56, 7.59, 7.59, 7.55, 7.59 para el afluente y efluente de los tanques sépticos 1, 2, 3, 4. Así mismo los extremos de los bigotes nos indican el intervalo de confianza de los datos; los valores mínimos de 7.20, 7.27, 7.34, 7.35, 7.35 y valores máximos de 7.89, 7.76, 7.82, 7.83, 7.74 para el afluente y efluente de los tanques sépticos 1, 2, 3, 4 . Por otro lado, la gráfica nos permite observar que los valores del Ph en cada punto de muestreo varían mínimamente.

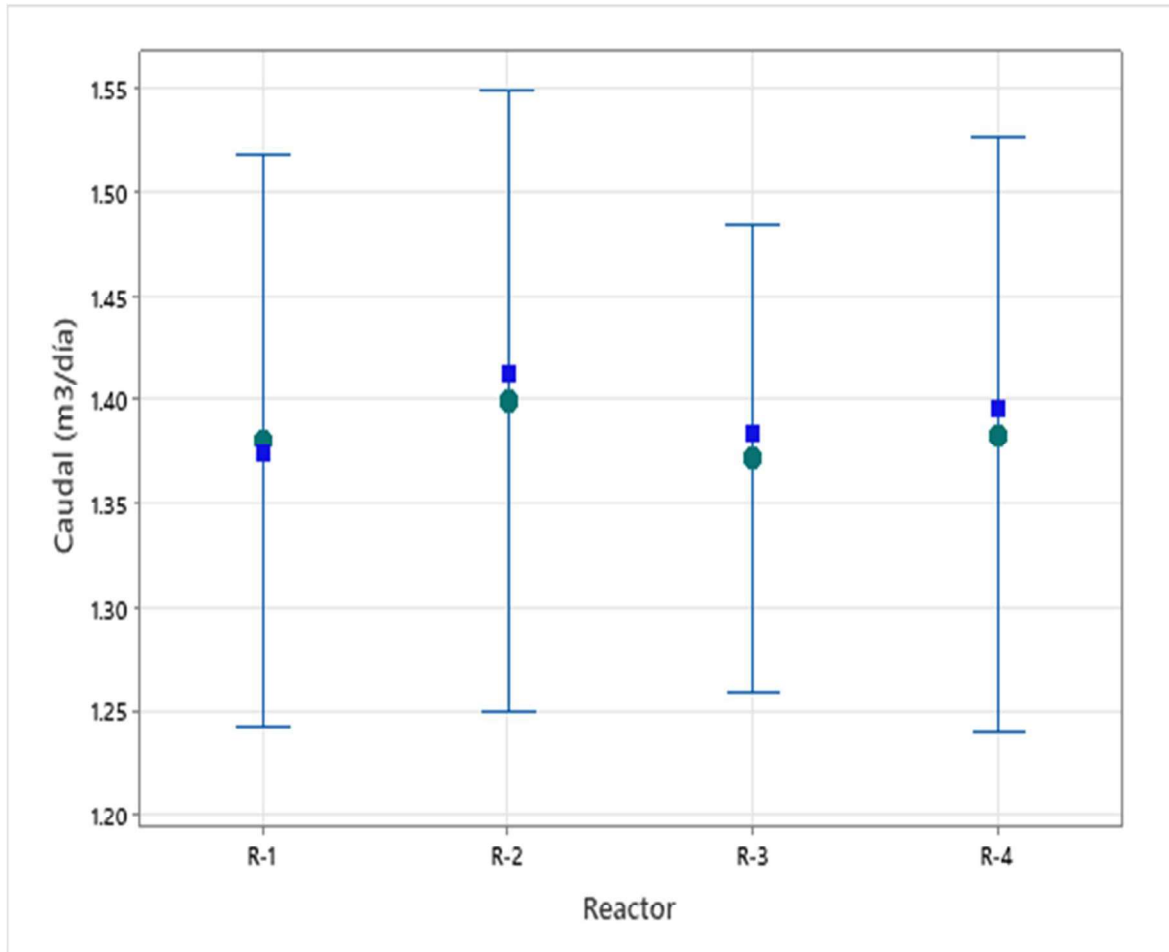
Gráfico N° 4 Relación del Ph efluente/afluente (Ph.s/Ph.o) de los reactores primarios



En el gráfico N° 04 de intervalos se observa la variación de la relación entre el Ph de salida e ingreso (Ph.s/Ph.o) para cada reactor primario, observándose un promedio de 0.9996, 1.0060, 1.0022, 1.0027, medianas de 0.9947, 1.0013, 0.9947, 0.9981 para los reactores 1, 2, 3, 4. Por otro lado valores mínimos de 0.9619, 0.9607, 0.9582, 0.9747 y valores máximos de 1.0066, 1.0285, 1.0081, 1.0077 para los reactores 1, 2, 3, 4 respectivamente. Por otro lado, la gráfica nos permite observar que los valores del Ph varían mínimamente.

4.1.3. Caudal en el efluente de los reactores primarios (tanque séptico)

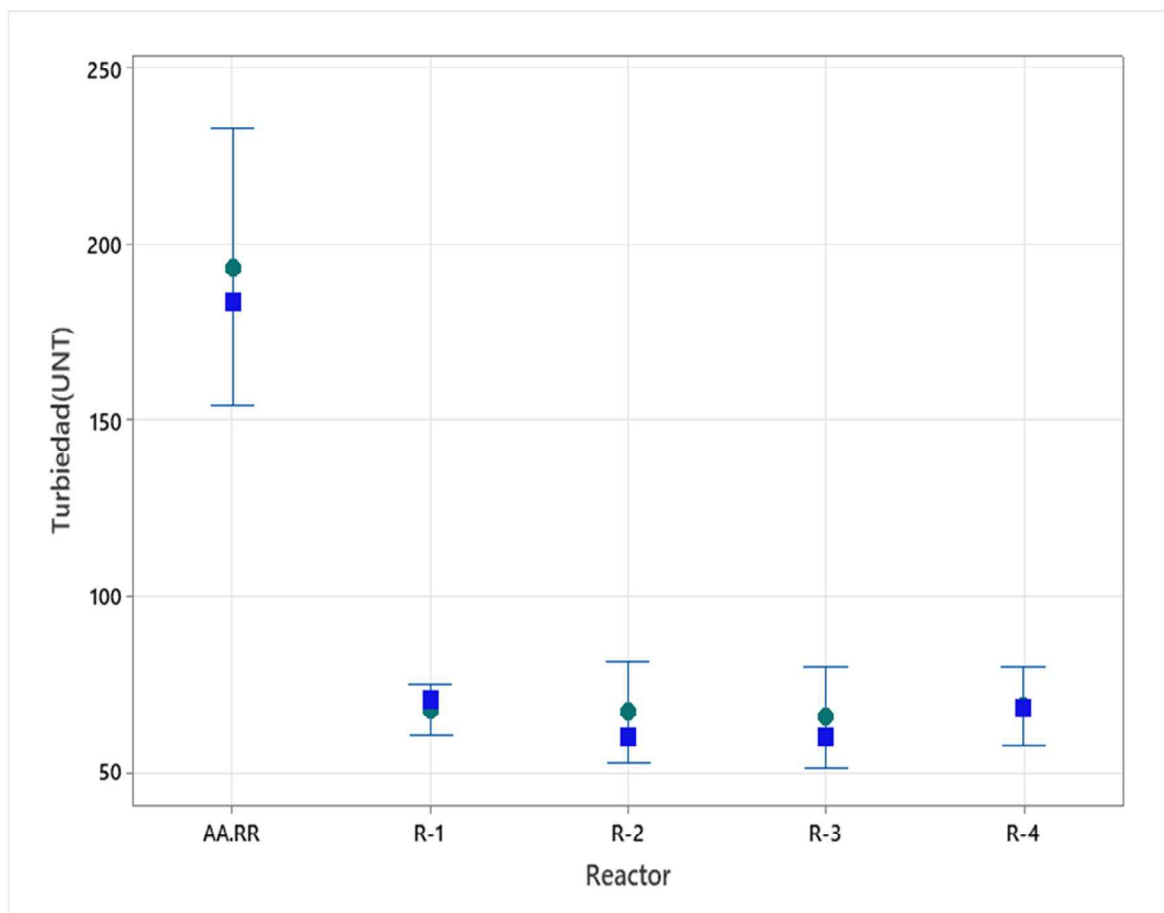
Gráfico N° 5: Variación de caudal de ingreso a los reactores primarios



En el gráfico N° 05, se observa los intervalos de confianza del caudal de ingreso a los reactores primarios, se observa caudales promedio de 1.3802, 1.3991, 1.3715, 1.3829 y medianas de 1.3738, 1.4126, 1.3835, 1.3954 m³/día para los reactores 1, 2, 3, 4, respectivamente. Por otro lado, caudales mínimos de 0.9936, 0.7085, 0.9072, 0.8813 m³/día y caudales máximos de 2.2032, 2.0563, 1.8144, 2.1514 para los reactores 1, 2, 3, 4 respectivamente.

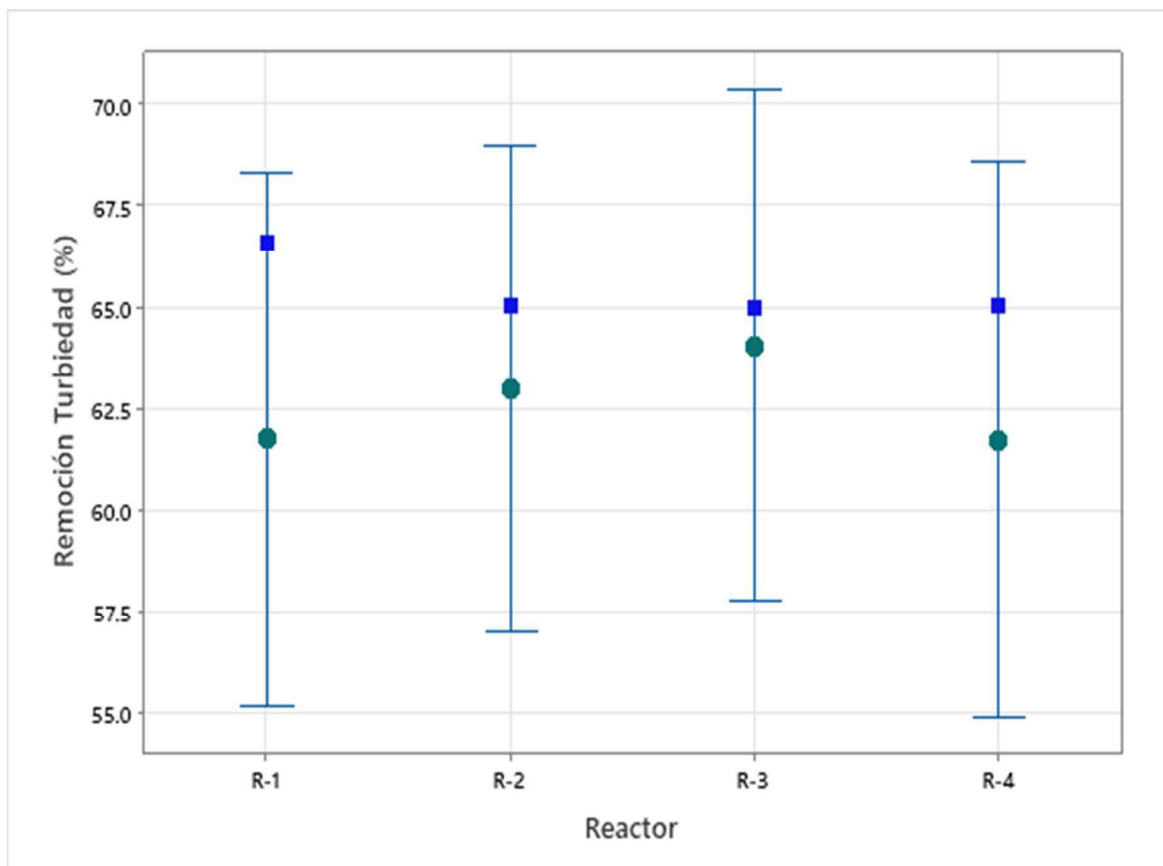
4.1.4. Turbiedad del afluente y efluente de los reactores primarios (tanque séptico)

Gráfico N° 6: Intervalos de la Turbiedad en el afluente y efluente de los reactores primarios



En el gráfico N° 06 se observa los intervalos de confianza de turbiedad en el afluente y reactores primarios (tanques sépticos) un valor promedio para de 193.2 UNT y 67.48, 66.80, 65.36, 68.34 UNT respectivamente. Asimismo, valores de la mediana de 183.5; 70.30, 59.70, 59.75, 67.75 UNT, valores mínimos de la turbiedad en 99.8; 47.10, 34.80, 38.60, 39.80 UNT y una turbiedad máxima de 366; 95.70, 155.80, 155.20, 127.90 UNT para el afluente y los efluentes de los reactores 1, 2, 3, 4 respectivamente.

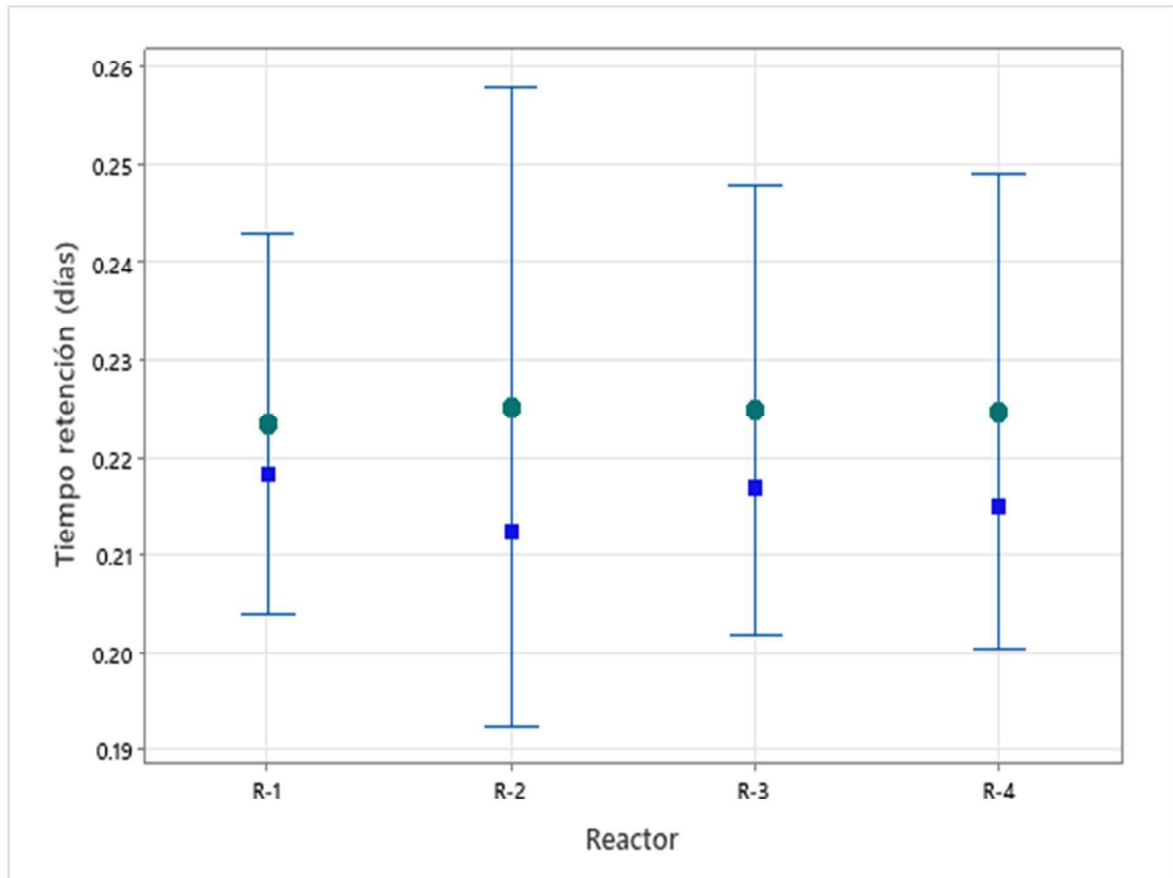
Gráfico N° 7: Remoción de Turbiedad en los reactores primarios



En el gráfico N° 07 se observa los intervalos de confianza de remoción de turbiedad en los reactores primarios, observándose un valor promedio para efluente 61.75%, 63.00%, 64.06%, 61.74 % para los tanques 1, 2, 3, 4, respectivamente. Asimismo, valores de la mediana de 66.61%, 65.06% 64.97% 65.05 %, valores mínimos de la turbiedad de 29.825%, 41.18%, 42.28%, 33.08% y una turbiedad máxima de 76.57, 89.16%, 79.02%, 81.15% para los efluentes de los reactores 1, 2, 3 ,4 respectivamente. Por otro lado, podemos observar que los mejores datos de remoción se encuentran en el Reactor primario R-3, esto dependerá del caudal y el tiempo de retención a diferencia de los demás reactores.

4.1.5. Tiempo de retención de los reactores primarios (tanque séptico)

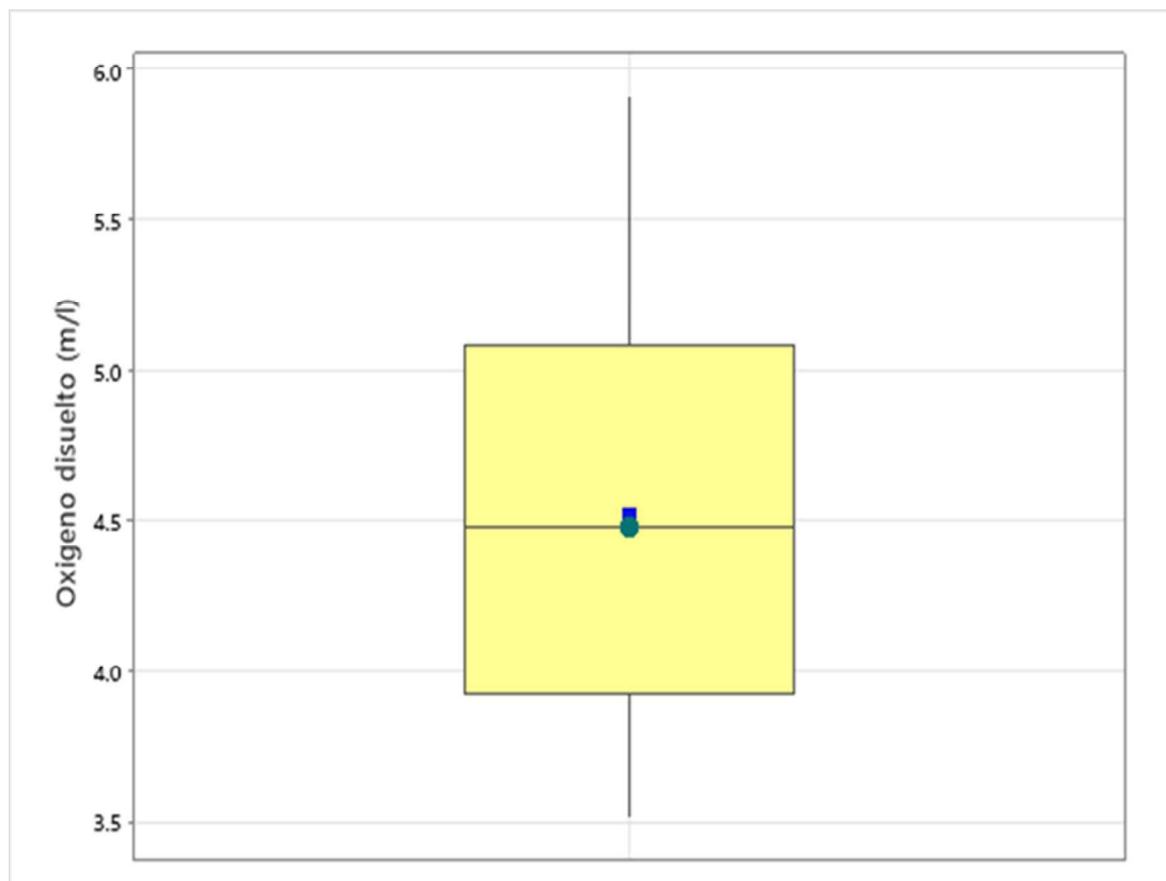
Gráfico N° 8: Variación del tiempo de retención en los reactores primarios



En el gráfico N° 08 se observa los intervalos de confianza podemos observar la variación del tiempo de retención de los reactores primarios observándose valores promedio de 0.223, 0.225, 0.225, 0.225 días, medianas de 0.21839, 0.2124, 0.2168, 0.2150, valores máximos de 0.30193, 0.4234, 0.3307, 0.3404 y valores mínimos de 0.13617, 0.1459, 0.1653, 0.1394 respectivamente para los tanques 1, 2, 3, 4.

4.1.6. Oxígeno disuelto de los reactores primarios (tanque séptico)

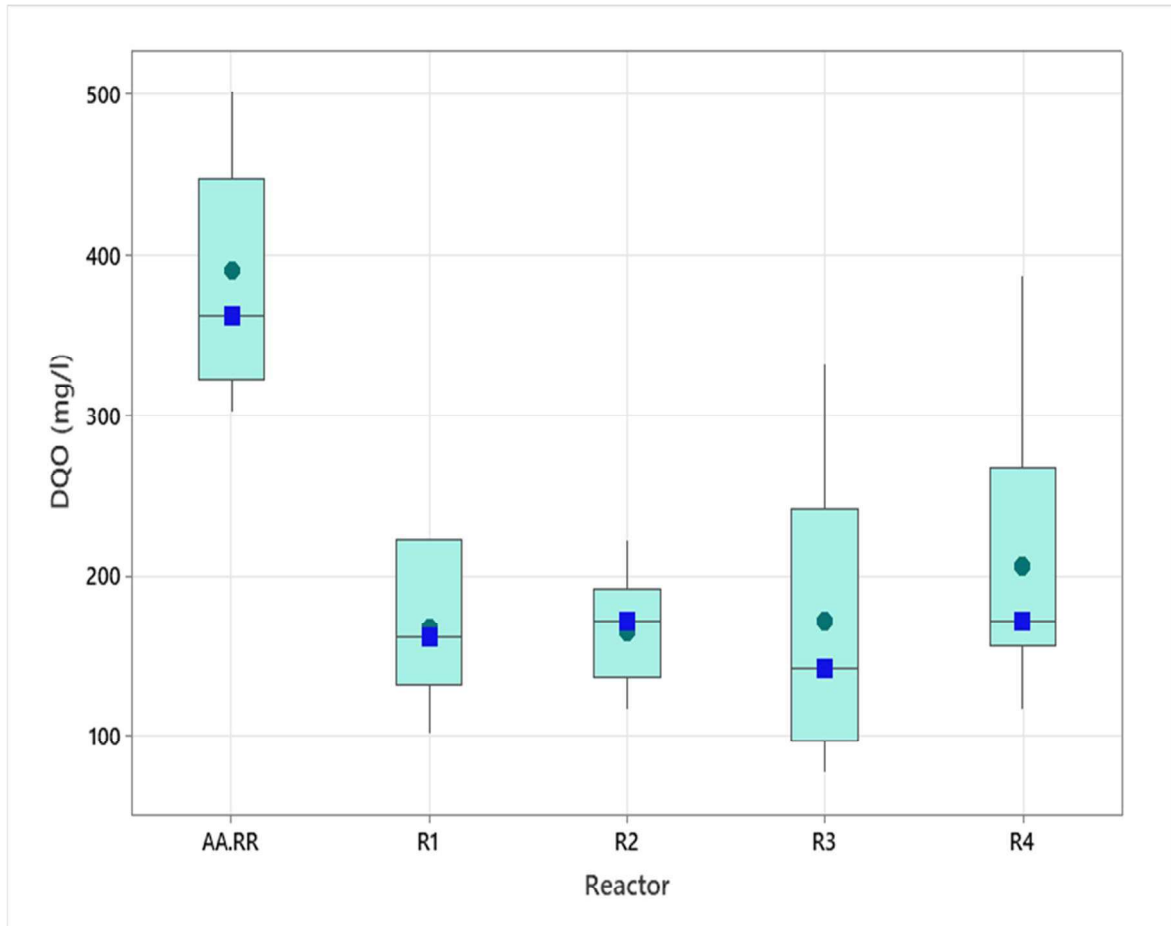
Gráfico N° 9: Oxígeno disuelto en el afluente de los reactores primarios (Tanque séptico)



En el gráfico N° 09 de cajas y bigotes se observa los intervalos de las medidas de oxígeno disuelto monitoreados en el agua residual antes del ingreso a los tanques sépticos se observa un valor promedio de 4.518 mg/l, una mediana de 4.48, un valor máximo de 5.910 y un valor mínimo de 3.52.

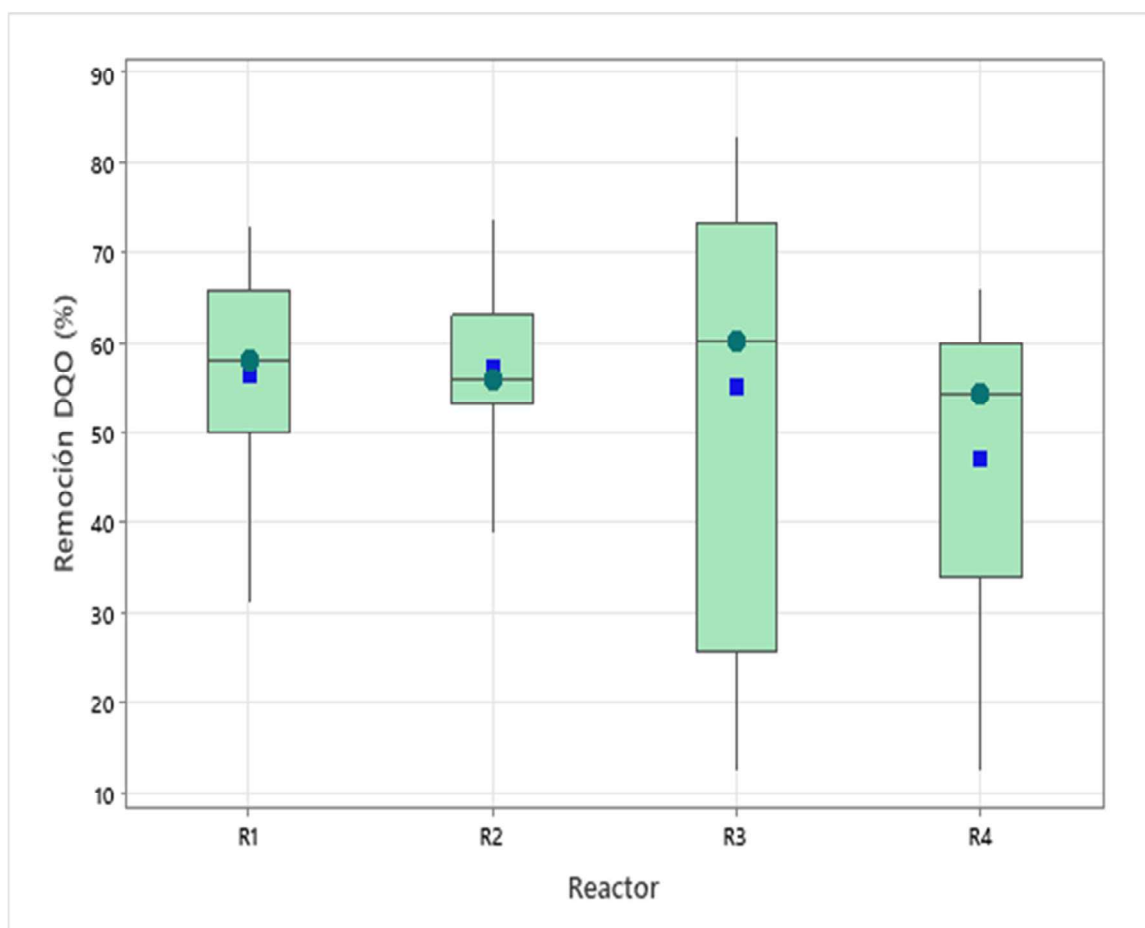
4.2. Resultados del comportamiento de la DQO en el afluente y efluente de los reactores primarios (tanque séptico)

Gráfico N° 10: Comportamiento de la DQO en el afluente y los reactores primarios



En el gráfico N° 10 de cajas y bigotes podemos observar valores promedio de la Demanda química de oxígeno (DQO) del afluente y efluente 389.70, 167.0, 164.23, 171.0, 205.10 y medianas de 361.5, 161.5, 171.5, 141.50, 171.50 mg/l respectivamente; valores máximos de 501.50, 221.5, 221.50, 331.5, 386.5 mg/l y valores mínimos de 301.5, 101.5, 116.50, 76.5, 116.5 mg/l respectivamente para el afluente y los reactores 1, 2, 3, 4.

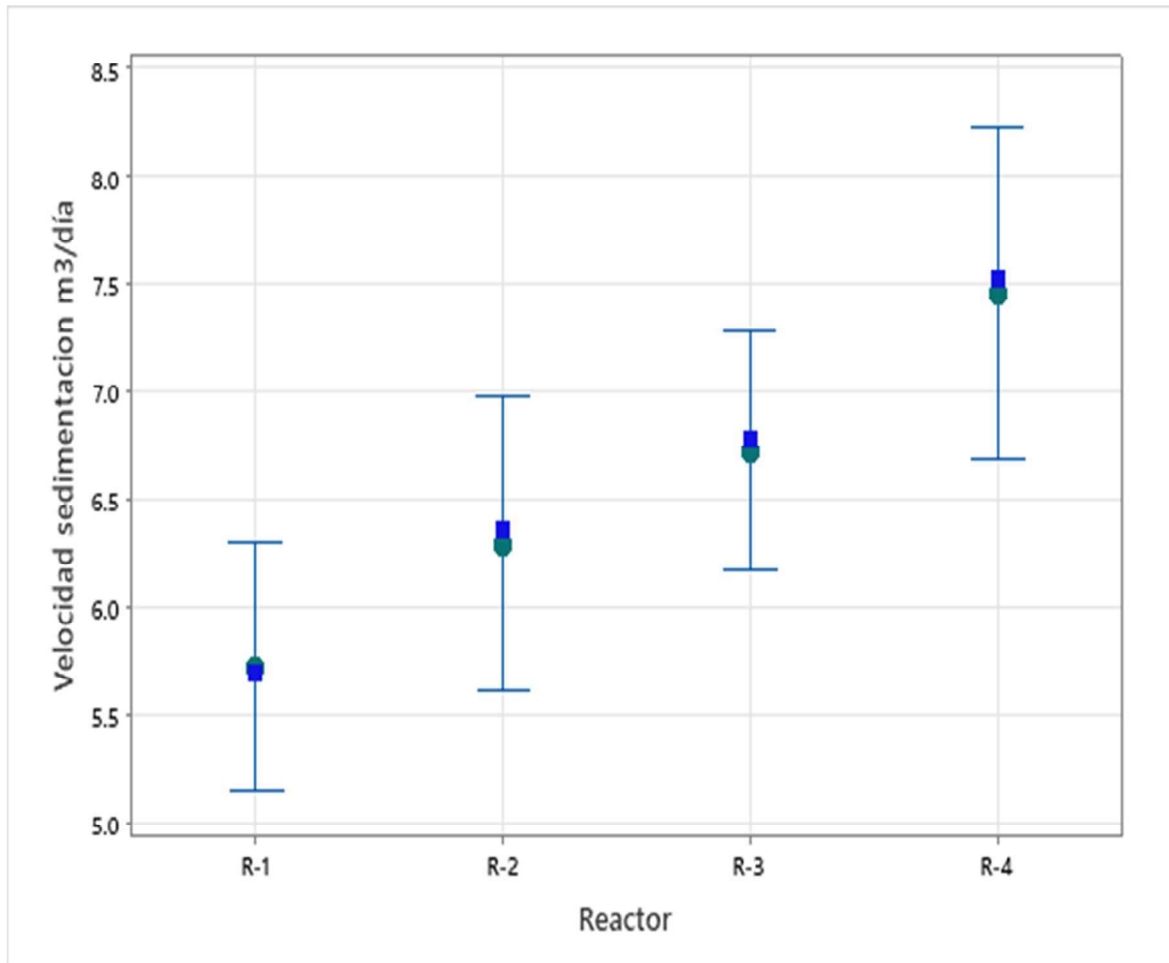
Gráfico N° 11: Remoción de la DQO en los reactores primarios



En el gráfico N° 11 cajas y bigotes podemos observar que la remoción de DQO en los reactores primarios, se observa un valor promedio para los efluentes de 56.44%, 57.13%, 55.07%, 47.14 % para los reactores 1, 2, 3, 4, respectivamente. Asimismo, valores de la mediana de 58.04%, 55.83%, 60.03%, 54.17% valores mínimos de la DQO de 31.10%, 38.88%, 12.45%, 12.46% y una remoción máxima de 72.69%, 73.61%, 82.67%, 65.89 % para los efluentes de los reactores 1, 2, 3, 4 respectivamente. Por otro lado, podemos observar que los mejores datos de remoción se encuentran en el Reactor primario R-3, esto dependerá del caudal y el tiempo de retención a diferencia de los demás reactores.

4.2.1. Velocidad de sedimentación en el efluente de los reactores primarios (tanque séptico)

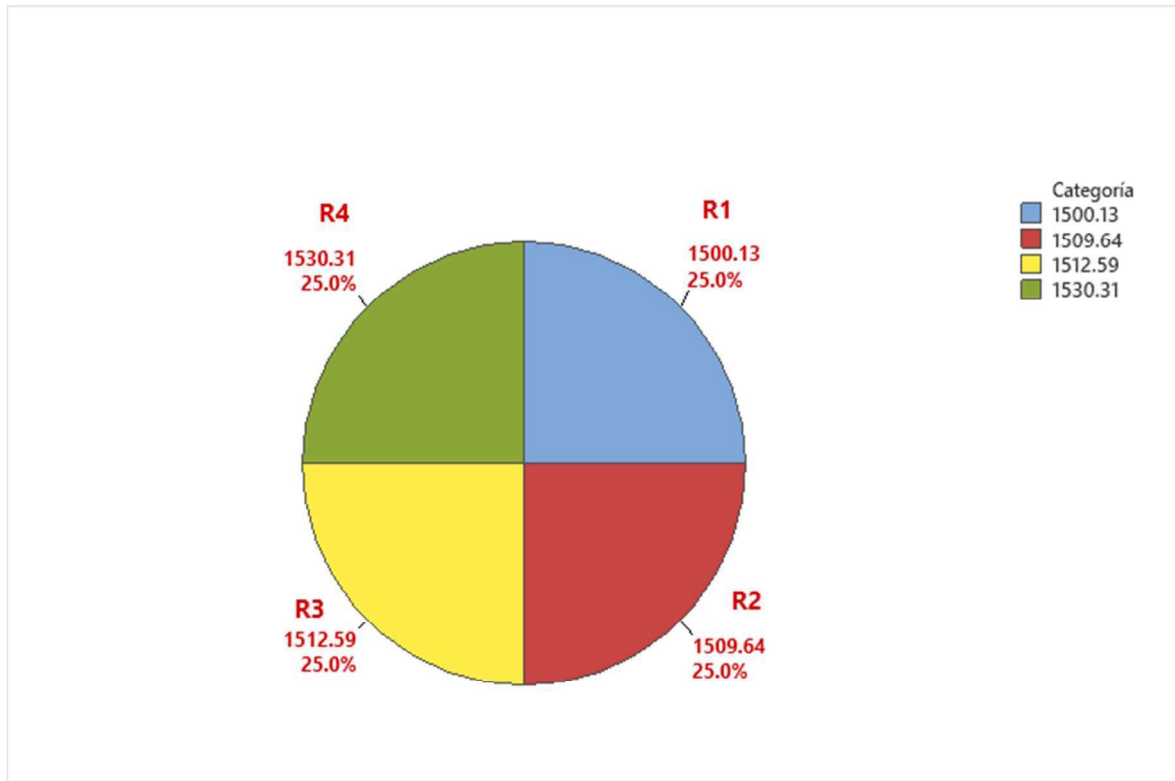
Gráfico N° 12 :Velocidad de sedimentación en los reactores primarios



En el gráfico N° 12 se observa los intervalos de confianza donde podemos observar la velocidad de sedimentación promedio de los reactores primarios valores de 5.728, 6.296, 6.723, 7.453 m/día, medianas de 5.701, 6.357, 6.781, 7.52, valores máximos de 9.143, 9.253, 8.893, 11.595 y valores mínimos de 4.124, 3.188, 4.447, 4.75 respectivamente para los reactores primarios 1, 2, 3, 4.

4.2.2. Generación de lodos en los reactores primarios (tanque séptico)

Gráfico N° 13: Generación de lodos en los reactores primarios



En el gráfico circular N° 13 podemos observar la cantidad de lodos acumulados de los tanques sépticos respectivamente con los valores de 1509.64, 1530.31, 1500.13, 1512.59 l/año con valores expresados en porcentaje de 24.9%, 25.3%, 24.8%, 25.0% respectivamente para los reactores 1, 2, 3, 4.

4.3. Contrastación de Hipótesis

4.3.1. Contrastación de la hipótesis general

- **Método Kruskal y Wallis**

Hipótesis nula (H_0): La remoción de la DQO en los reactores no tiene relación con las dimensiones hidráulicas (todas las medias son iguales).

Hipótesis alterna (H1): La remoción de la DQO en los reactores tiene relación con las dimensiones hidráulicas (no todas las medias son iguales)

Al evaluarse y no tener una distribución normal se procederá aplicar el método de Kruskal y wallis que son para el análisis de varianza para datos no paramétricos.

Condición de cumplimiento Hipótesis nula Ho: Todas las medianas son iguales

Condición de cumplimiento Hipótesis alterna H1: Al menos una mediana es diferente

4.3.1.1. Información del factor

Tabla N° 10 Evaluación de los grupos (DQO)

| Reactor. | N | Método | GL | Valor H | Valor p |
|----------------|----|--------------------------|----|---------|--------------|
| R1 | 11 | No ajustado para empates | 3 | 2.76 | 0.431 |
| R2 | 11 | Ajustado para empates | 3 | 2.76 | 0.43 |
| R3 | 11 | | | | |
| R4 | 11 | | | | |
| General | 44 | | | | |

En la Tabla 10, podemos observar el p - valor (Sig.) alcanzado de 0.471 siendo mayor a 0,05. Por lo tanto, se procede a aceptar la hipótesis nula para rechazar la hipótesis alterna. Por lo tanto, se demuestra que la remoción de la DQO en los reactores no tiene relación con las dimensiones hidráulicas de los reactores (relación larga/ancho de los tanques sépticos).

4.3.2. Prueba de hipótesis específica 1

Anova de 1 Factor

Hipótesis nula (H_0): La concentración de los parámetros de campo en los reactores primarios (tanques sépticos) presenta variación mínima (todas las medias son iguales)

Hipótesis alterna (H_1): La concentración de los parámetros de campo en los reactores primarios (tanques sépticos) presenta variación significativa (no todas las medias son iguales).

Nivel de significancia: $\alpha = 0.05$

Regla de decisión:

p - valor (sig.) < 0,05 rechazar hipótesis nula, aceptar hipótesis alterna.

p - valor (sig.) >0,05 aceptar hipótesis nula, rechazar hipótesis alterna

4.3.2.1. Temperatura

Tabla N° 11 Evaluación de los grupos (Reactores y Temperatura)

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|---------|----|-----------|-----------|---------|--------------|
| Reactor | 3 | 0.002307 | 0.000769 | 0.24 | 0.869 |
| Error | 60 | 0.193036 | 0.003217 | | |
| Total | 63 | 0.195343 | | | |

En la Tabla N° 11, podemos observar el p - valor (Sig.) alcanzado de 0,869 siendo mayor a 0,05. Por lo tanto, se procede a aceptar la hipótesis nula para rechazar la hipótesis alterna. Por lo tanto, se demuestra que el comportamiento de la T° presenta variación mínima.

4.3.2.2. Turbiedad

Tabla N° 12 Evaluación de los grupos (remoción de turbiedad).

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|---------|----|--------------|--------------|---------|--------------|
| Reactor | 3 | 60.2 | 20.07 | 0.14 | 0.937 |
| Error | 60 | 8720.93 | 145.35 | | |
| Total | 63 | 8781.13 | | | |

En la Tabla N° 12, podemos observar el p - valor (Sig.) alcanzado de 0,937 siendo mayor a 0,05. Por lo tanto, se procede a aceptar la hipótesis nula para rechazar la hipótesis alterna. Por lo tanto, se demuestra que el comportamiento de la Turbiedad presenta variación mínima.

4.3.2.3. Oxígeno disuelto

Tabla N° 13 Evaluación de los grupos (oxígeno disuelto).

| Método | GL | Valor H | Valor p |
|--------------------------|----|---------|---------|
| No ajustado para empates | 15 | 14.98 | 0.453 |
| Ajustado para empates | 15 | 15 | 0.451 |

En la Tabla N° 13, podemos observar el p - valor (Sig.) alcanzado de 0,453 siendo mayor a 0,05. Por lo tanto, se procede a aceptar la hipótesis nula para rechazar la hipótesis alterna. Por lo tanto, se demuestra que el comportamiento de la Ph presenta variación mínima.

4.3.2.4. PH

Al evaluarse y no tener una distribución normal se procederá aplicar el método de Kruskal y Wallis que son para el análisis de varianza para datos no paramétricos.

Condición de cumplimiento Hipótesis nula H_0 : Todas las medianas son iguales

Condición de cumplimiento Hipótesis alterna H_1 : Al menos una mediana es diferente

Tabla N° 14 Evaluación de los grupos (Reactores y Ph)

| Método | GL | Valor H | Valor p |
|---------------------------------|-----------|----------------|----------------|
| No ajustado para empates | 3 | 0.56 | 0.904 |
| Ajustado para empates | 3 | 0.57 | 0.904 |

En la Tabla N° 14, podemos observar el p - valor (Sig.) alcanzado de 0,904 siendo mayor a 0,05. Por lo tanto, se procede a aceptar la hipótesis nula para rechazar la hipótesis alterna. Por lo tanto, se demuestra que el comportamiento de la Ph presenta variación mínima.

4.3.2.5. Caudal

Al evaluarse y no tener una distribución normal se procederá aplicar el método de Kruskal y Wallis que son para el análisis de varianza para datos no paramétricos.

Condición de cumplimiento Hipótesis nula H_0 : Todas las medianas son iguales

Condición de cumplimiento Hipótesis alterna H_1 : Al menos una mediana es diferente.

Tabla N° 15 Evaluación de los grupos (Caudal)

| Reactor | N | Método | GL | Valor H | Valor p |
|---------|----|--------------------------|----|---------|--------------|
| R-1 | 16 | No ajustado para empates | 3 | 2.26 | 0.521 |
| R-2 | 16 | Ajustado para empates | 3 | 2.26 | 0.520 |
| R-3 | 16 | | | | |
| R-4 | 16 | | | | |
| General | 64 | | | | |

En la Tabla N° 15, podemos observar el p - valor (Sig.) alcanzado de 0,521 siendo mayor a 0,05. Por lo tanto, se procede a aceptar la hipótesis nula para rechazar la hipótesis alterna. Por lo tanto, se demuestra que el caudal tiene variación mínima y no significativa para el experimento.

4.3.2.6. Tiempo de retención

Al evaluarse y no tener una distribución normal se procederá aplicar el método de Kruskal y Wallis que son para el análisis de varianza para datos no paramétricos. Condición de cumplimiento Hipótesis nula H_0 : Todas las medianas son iguales
Condición de cumplimiento Hipótesis alterna H_1 : Al menos una mediana es diferente.

Tabla N° 16: Evaluación de los grupos (Reactores y Tiempo de retención)

| Reactor | N | Método | GL | Valor H | Valor p |
|----------------|----|--------------------------|----|---------|---------|
| R-1 | 16 | No ajustado para empates | 3 | 2.26 | 0.521 |
| R-2 | 16 | Ajustado para empates | 3 | 2.26 | 0.520 |
| R-3 | 16 | | | | |
| R-4 | 16 | | | | |
| General | 64 | | | | |

En la Tabla N° 16, podemos observar el valor de las medianas para cada unidad experimental y se observa que las medianas varían mínimamente en el nivel milésima por lo tanto se acepta la hipótesis nula que todas las medianas son iguales por que el tiempo de retención no varía significativamente.

4.3.3. Contrastación de la hipótesis específica 2

Para la contratación de la hipótesis específica se analizará la remoción de la demanda química de oxígeno de todos los grupos experimentales aplicando la prueba T en función a lo mencionado por la Asociación Brasileira de Normas Técnicas ABNT NBR 13969, 1997 donde establece un porcentaje de remoción de la DQO de 40- 70 % en tanques sépticos.

Hipótesis nula (Ho): La remoción de la demanda química de oxígeno es igual o mayor al 40%.

Hipótesis alterna (H1): La remoción de la demanda química de oxígeno es menor al 40%.

Condición para el análisis

$\mu = 40\%$ Hipótesis nula, la remoción DQO es igual o menor al 40%

$\mu > 40\%$ Hipótesis alterna, la remoción DQO es mayor al 40%

Regla de decisión:

p - valor (sig.) < 0,05 rechazar hipótesis nula, aceptar hipótesis alterna.

p - valor (sig.) > 0,05 aceptar hipótesis nula, rechazar hipótesis alter

Tabla N° 17 Prueba T para las unidades experimentales

| Muestra | Valor T | Valor p |
|---------|---------|---------|
| R1 | 4.74 | 0.000 |
| R2 | 6.39 | 0.000 |
| R3 | 2.13 | 0.030 |
| R4 | 1.31 | 0.110 |

En la Tabla 17, podemos observar el p – valor (sig.) alcanzado para todos los grupos experimentales observándose que el R1, R2 Y R3 tienen p-valores menores a 0.05. Por lo tanto, se procede a aceptar la hipótesis alterna y se pasa a rechazar la hipótesis nula para los grupos ya mencionados. Por otro lado, el R4 presenta un p-valor mayor a 0.05 por lo tanto se acepta la hipótesis nula y se rechaza la alterna, finalmente podemos decir que los grupos R1, R2, R3 tiene una eficiencia mayor al 40% para la remoción de la DQO y el grupo R4 tiene una remoción menor al 40%. En los grafico N°13, 14, 15 y 16 se observan a continuación se encuentra la distribución de datos en función de la media impuesta para el análisis respectivo, observándose que para los casos R1, R2 Y R3 la mayor distribución de datos tiende a estar por encima del 40% y para el R4 se ve una distribución más homogénea.

Gráfico N° 14 Histograma del grupo experimental R1 para la remoción de la DQO

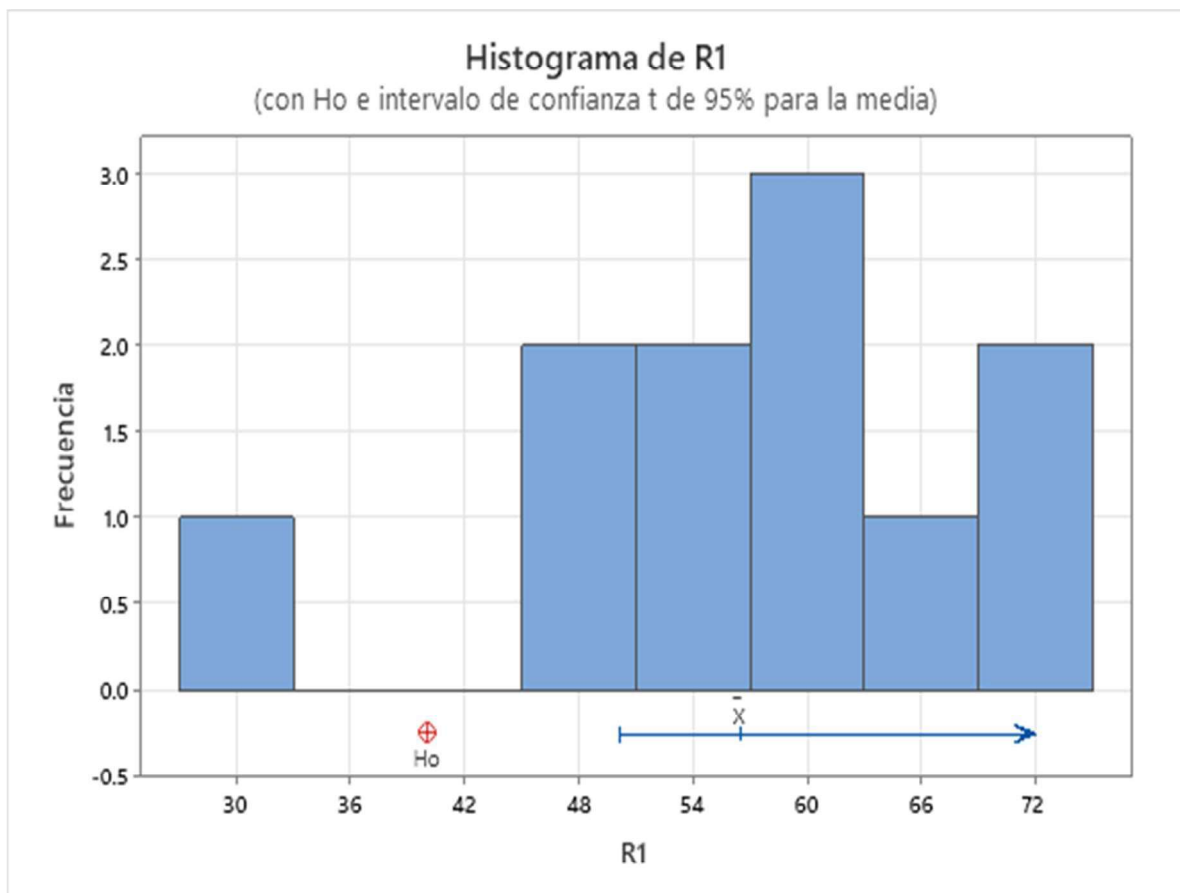


Gráfico N° 15 Histograma del grupo experimental R2 para la remoción de la DQO

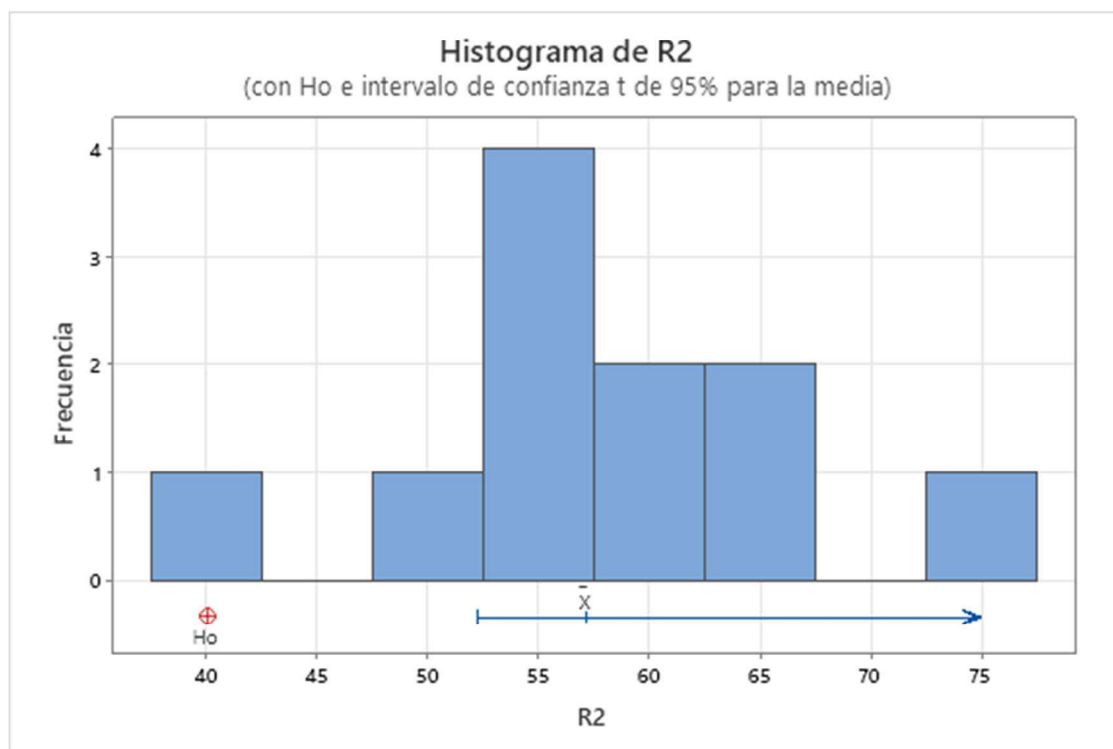


Gráfico N° 16 Histograma del grupo experimental R3 para la remoción de la DQO

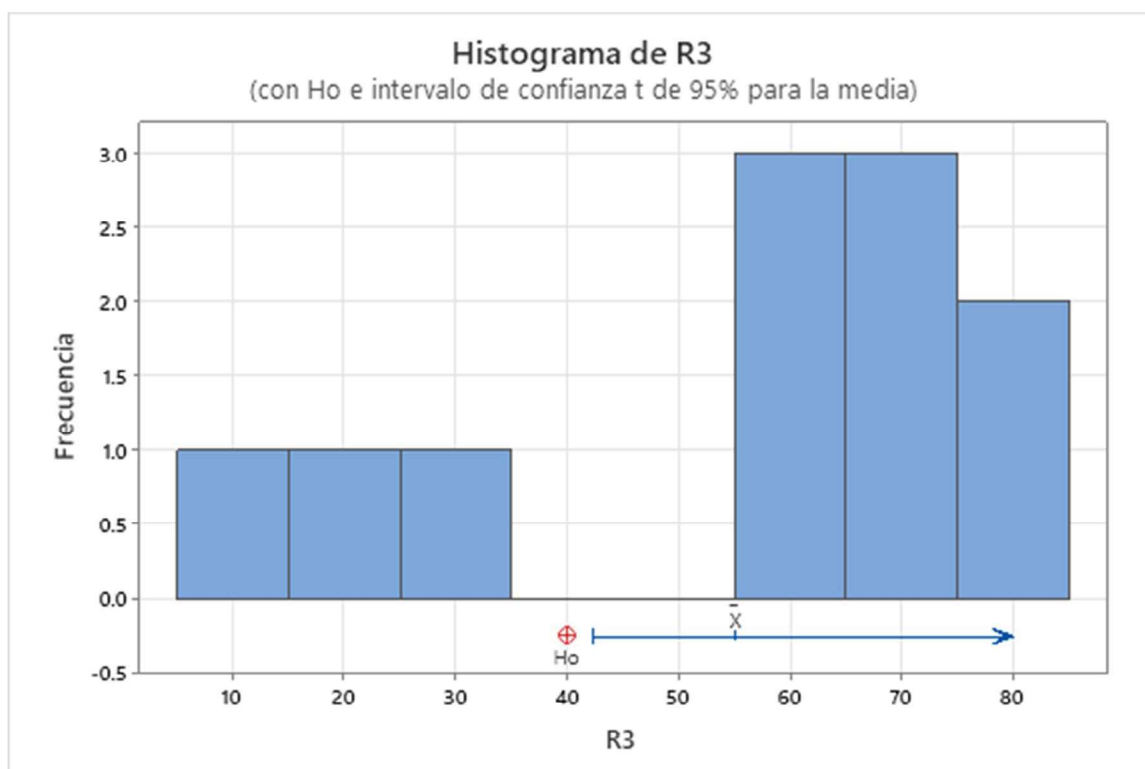
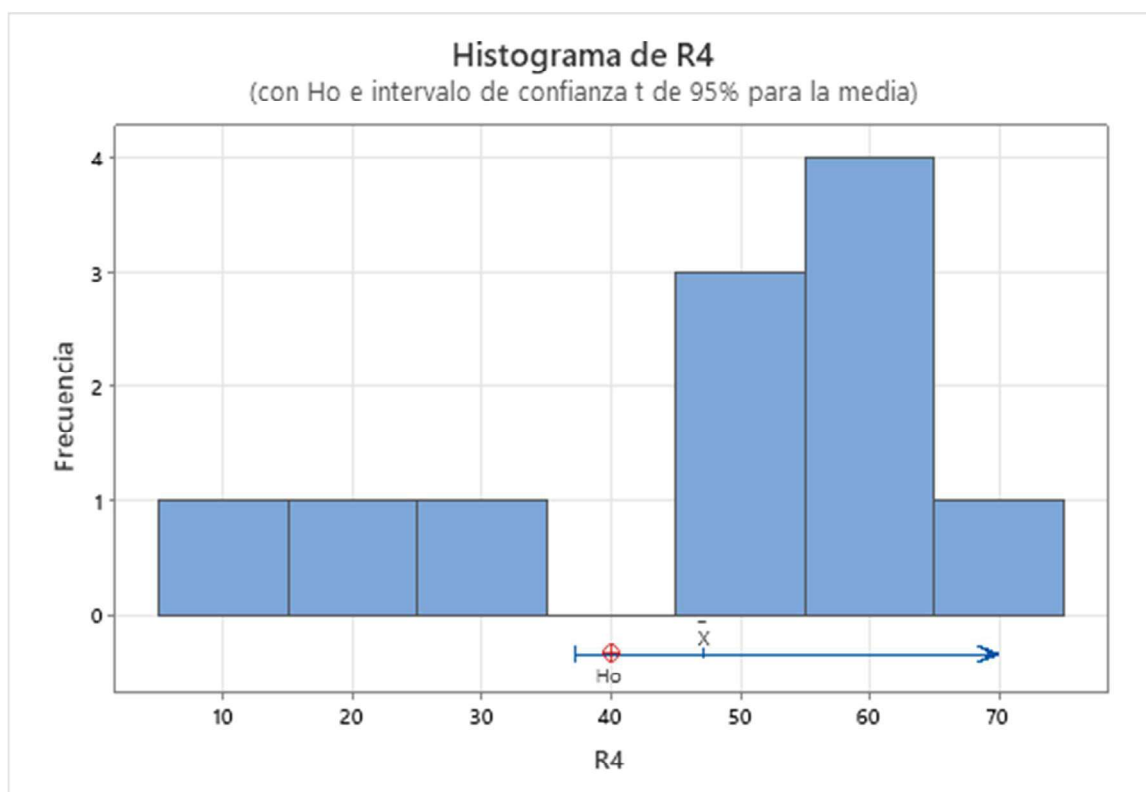


Gráfico N° 17 Histograma del grupo experimental R4 para la remoción de la DQO



V. Discusión

En este capítulo se detallan la discusión de los resultados obtenidos en la investigación

Discusión por parámetro obtenido:

- **Temperatura:**

La temperatura en el efluente y afluente de los reactores primarios (tanques sépticos), los resultados mostrados en el gráfico N° 01 se observan valores promedios de 18.438 °C para el afluente y 17.794, 17,894, 18,031, 18.081 °C para el efluente de los reactores 1, 2, 3, 4, por otro lado en la tabla N° 17 se evidencia un valor p - valor de 0,869 que nos demuestra que el comportamiento

de la T° presenta variación mínima en cada unidad experimental, datos que al ser comparados con lo encontrado por (Benavente, 2019) en su tesis titulada: “sistema integrado tanque séptico y humedal de flujo horizontal para el tratamiento de agua residual doméstica”, quien concluyo que obtuvo la temperatura promedio de 22.03 °C para el afluente y valor promedio de 22.22° C para el efluente y este valor está dentro del rango establecido para el desarrollo de los procesos biológicos. Con esta información se afirma que la temperatura del estudio se encuentra entre los valores adecuados para el desarrollo de la actividad biológica durante todo el proceso de la investigación y se demuestra que la relación de temperatura entre la salida y el ingreso varia mínimamente para los tanques sépticos es preciso señalar que la temperatura del agua residual está ligada a las condiciones climáticas de la zona y de su composición. Además (Metcalf & Eddy, 1991) indica que la temperatura es un parámetro muy importante porque en agua caliente el oxígeno es menos soluble a comparación del agua fría., la temperatura del agua residual es aceptable en el sistema tanque séptico y humedal. Según Pizano,1999; la temperatura del agua residual resulta tolerable para el desarrollo de la actividad microbiana tolerando temperaturas de 12°C hasta 23 °C.

En el grafico N° 04 de intervalos se observa la variación de la relación entre el Ph de salida e ingreso (Ph.s/Ph.o) para cada reactor primario, observándose un promedio de 0.9996, 1.0060, 1.0022, 1.0027, medianas de 0.9947, 1.0013, 0.9947, 0.9981 para los reactores 1, 2, 3, 4. Por otro lado valores mínimos de 0.9619, 0.9607, 0.9582, 0.9747 y valores máximos de 1.0066, 1.0285, 1.0081, 1.0077 para los reactores 1, 2, 3 ,4 respectivamente. Por otro lado, la gráfica nos permite observar que los valores del Ph varían mínimamente.

El comportamiento del Ph en el afluente y efluente de los reactores primarios, resultados mostrados en el grafico N° 03 se observan valores promedios de 7.5613 para el afluente y, 7.5550, 7.6031, 7.5737, 7.5781 para el efluente de los tanques 1, 2, 3, 4, por otro lado en la tabla N° 13 se evidencia un p - valor de 0,904 que nos demuestra que el comportamiento del Ph en los tanques presenta una variación mínima entre ellos , datos que al ser comparados con lo

encontrado por (Ochoa Leon, Henry Raul, 2016) en su tesis titulada: "Comparación de la eficiencia de remoción de materia orgánica entre un reactor de lodos activados y un reactor anaerobio de flujo ascendente", quien concluyo que para el PH esta entre 7,55 - 7,77 con un valor promedio para el efluente 7.36. Además (Metcalf & Eddy, 1991) nos dice que el Ph de la muestra deberá estar comprendido entre 4 y 9 para poder considerar despreciable cualquier efecto adverso del Ph sobre los microorganismos. Según esta información se afirma que el Ph de salida varia mínimamente en los reactores primarios.

El comportamiento de las dimensiones hidráulicas para el caudal, los resultados mostrados en la gráfica N° 05 se observan valores promedios de 1.4601 m³/d para el afluente y 1.380, 1.399, 1.372, 1.383 m³/d caudales mínimos de .9936, 0.7085, 0.9072, 0.8813 m³/día y caudales máximos de 2.2032, 2.0563m 1.8144, 2.1514 para los tanques 1, 2, 3 ,4 respectivamente. Por otro lado, en la tabla N° 19 se evidencia un p - valor de 0.52 que nos demuestra que el caudal de ingreso a los tanques sépticos tiene variación mínima y no significativa para el experimento. Datos que al ser comparados con la investigación de (Remigio Sebastian, 2015) denominada "Biopercolación para la remoción de materia orgánica de aguas residuales domesticas" concluyo finalmente que los resultados demostraron un buen desempeño idóneo al efectuar una prueba con 4 caudales diferentes los cuales fueron 100ml/min,70 ml/min 50 ml/min y 25 ml/min con la finalidad de comparar eficiencias de tratamiento.

El comportamiento de la turbiedad en el afluente y efluente de los reactores primarios, los resultados mostrados en la gráfica N° 07 se observan valores promedios de remoción 66.61%, 65.06% 64.97% 65.05 % para los reactores 1, 2, 3, 4, que nos demuestra que el comportamiento de la remoción de turbiedad en los reactores presenta una variación mínima entre los grupos experimentales , datos que al ser comparados con la investigación de (Remigio Sebastian, 2015) en su tesis titulada: "Biopercolación para la remoción de materia orgánica de aguas residuales tipo domésticas", quien observo el valor inicial de turbidez igual a 214.36 mg/l y al someterse a tratamiento se registró una disminución en una concentración igual a 12.14 mg/l que significo en 94.33 % de remoción de

este contaminante. Según los autores como Ramírez y Córdova la remoción promedio de turbidez en filtros percoladores oscilan entre el 50-92%. La reducción de la turbidez se debe a la correcta formación de la biopelícula corroborando por Canepa que indica que las bacterias constituyen a la biopelícula y contribuyen a la oxidación de materia orgánica y por ende a la decadencia de la turbiedad del afluente; esto nos indica que tanto en el reactor 1,2 y 3 se evidencia una eficaz remoción de turbiedad en el sistema con un remoción promedio de 85.3 % de turbiedad evaluados en los tres reactores puntuales y desarrollados en un sistema piloto. Los que nos demuestra que la remoción de turbiedad por tanques sépticos demuestra un mejor comportamiento en la investigación y demuestra la funcionabilidad de la unidad de tratamiento al ser una unidad enfocada más en los procesos físicos de sedimentación.

El comportamiento de las dimensiones hidráulicas para el tiempo de retención para los reactores primarios, los resultados mostrados en el grafico N°08 se muestran valores promedio de 0.223, 0.225, 0.225, 0.225 días respectivamente para los reactores primarios 1, 2, 3, 4 para una población de 19 personas. En comparación del tiempo de retención utilizado para el diseño que es de 0.25 días, se observa una variación significativa, esto se debe al caudal principalmente, debido a que el tiempo de retención se calculó a partir de este mismo y el volumen del tanque($Tr=V/Q$), y al presentarse caudales tan variados debido a ubicarse en una zona rural estos afectan directamente al tiempo de retención pero según la tabla 15 se observa un p – valor 0.521 que nos indica que no existe una variación significativa entre los tiempos de retención de los tanques, lo que nos aseguró que el experimento se ha desarrollado bajo las mismas condiciones y es posible comparar las unidades. Y al ser comparados con la investigación por (Daniela Esperanza Tenecota Intriago, 2016) denominada “Estudio de la eficiencia en la remoción de DQO mediante reactores anaerobios UASB en zonas frías andinas”, quien obtuvo una variación en el tiempo de retención de 9 a 12 horas. Esta variación de tiempo fue seleccionada, debido a que 12 horas es el tiempo máximo de retención recomendado por Lettinga, 1987. Por lo que se establece como una variación

que puede generar diferencias significativas en los resultados de eficiencia. Según (OPS/CEPIS/05.163, s. f.) el periodo de retención hidráulica mínima a considerar es de 6 horas que es equivalente a 0.25 días y el tiempo real de retención puede obtenerse a partir de un análisis de trazadores o midiendo el volumen de la unidad y el caudal de ingreso, lo que nos indica que el método empleado también es válido para el cálculo del tiempo de retención.

Discusión de remoción de la DQO:

El comportamiento de la remoción de la DQO del efluente se observa un valor promedio para los efluentes de 56.44%, 57.13%, 55.07%, 47.14 % para los reactores 1, 2, 3, 4, respectivamente. Asimismo, valores de la mediana de 58.04%, 55.83%, 60.03%, 54.17% valores mínimos de la DQO de 31.10%, 38.88%, 12.45%, 12.46% y una remoción máxima de 72.69%, 73.61%, 82.67%, 65.89 % para los efluentes de los reactores 1, 2, 3, 4 respectivamente. Donde nos demuestra que existen una remoción eficiente de la DQO en los reactores primarios, para lo cual para determinar la tendencia de este comportamiento se aplicó la prueba T estadísticamente poniendo el valor del promedio 1 para la prueba y al evaluarse el valor p en la tabla 30 de 0.00 para toda la data de los reactores primarios que nos demuestra que los reactores tienen una eficiencia de remoción mayor a un 50% con valores promedio de 56.44%, 57.13%, 55.07%, 47.14 % que al ser comparados con (Castro Olarte et al., 2019) en su tesis titulada: "Remoción de materia orgánica en reactor anaerobio de manto de lodos de flujo ascendente en el tratamiento de aguas residuales del camal de Huancavelica" quien tuvo como resultados la eficiencia de remoción de Demanda Química de Oxígeno (DQO) para un tiempo de retención hidráulico de 14 horas, se obtuvo una mínima de 32,44 %, máxima de 76,90 % y el promedio fue 48,86 %,

Según el objetivo general determinar la remoción de la DQO en los reactores primarios con dimensiones hidráulicas (largo y ancho diferente) se observó los siguientes resultados, en el grafico 9 se observan los intervalos de datos observándose una tendencia en la remoción de este parámetro y estos al ser sometidos al método de Kruskal y wallis que son para el análisis de varianza

para datos no paramétricos p valor de 0.431 que nos indica que las relaciones hidráulicas de los tanques sépticos no están afectando la remoción del de la DQO en las aguas residuales, datos que al ser comparados con lo encontrado por (Remigio Sebastian, 2015) en su tesis titulada “Biopercolación para la remoción de materia orgánica de aguas residuales tipo domésticas”, se observó la remoción de la DQO CON UN PROMEDIO DE 89.31 %, un mínimo de 30.70% y un máximo de 76.92 %, concluyendo finalmente que la mejor calidad del efluente se logró al aplicar un tiempo de retención de 5 días . Por otro lado en la investigación realizada por (Rurush & Raisa, 2018) denominada “Eficiencia de biodigestores usando PET y esponjas para la remoción de dco, dbo del agua residual domestica - Tuyu, Marcara – Ancash” se empleó un tanque séptico mejorado al cual se le sometió a temperaturas de 6-7 °C donde se observó la remoción de la DQO con valor promedio de 51.11% . Con esta información se afirma que la relación larga/ancho no afecta en la remoción de este parámetro.

VI. Conclusiones

Se determinó que la remoción de la demanda química de oxígeno (DQO) en las aguas residuales domesticas no están influenciadas por las dimensiones hidráulicas (largo: ancho) de los reactores primarios (tanques sépticos.)

La temperatura en los tanques sépticos tuvo variación mínima entre los tanques sépticos y teniendo un promedio general de 17.95 °C entre los 4 tanques sépticos valor que se encuentra dentro del rango para el desarrollo de proceso biológicos,

El Ph presento una variación mínima entre tanques con un valor promedio general de 7.5774 que se encuentra en el rango para el desarrollo de los procesos biológicos, el caudal de ingreso a todas las unidades no muestra variación significativa por lo que podemos afirmar que el caudal de ingreso fue homogéneo durante la investigación, la turbiedad presento una variación mínima entre grupos teniendo un valor promedio de remoción del 62.63 % siendo el mejor el tanque numero 3 con una eficiencia del 64.06 % lo que nos demuestra la funcionabilidad de la unidad de tratamiento al ser un reactor primario. El tiempo de retención presento una variación mínima con un valor promedio general de 0.2245 días. El

oxígeno disuelto promedio fue de 4,5 mg/l que es determinante para la remoción de la DQO.

El Comportamiento de la demanda química de oxígeno (DQO) durante el experimento presento una tendencia a la remoción de este contaminante con valores promedio de remoción del 53.945 % con una generación promedio de lodos de 1513.1675 l/hab/año con un tiempo de retención promedio de 0.2245 días y una velocidad de sedimentación de 6.55 m/dia.

VII. Recomendaciones

Se recomienda utilizar los equipos de protección personal para el monitoreo de recolección de muestras del agua residual.

Se recomienda emplear el uso de trazadores para la determinación del tiempo real de retención y determinación de cortocircuitos hidráulicos.

Se requiere la implementación de una cámara de rejillas para la retención de sólidos, debido a que las estructuras son pequeñas y tienden a obstruirse con frecuencia generando inconvenientes con el ingreso del caudal.

Realizar la limpieza periódica de las unidades (tanques sépticos) tales como limpieza de las natas, y verificación de fugas.

VIII. Referencias bibliográficas

- *American Public Health Association et al., 2018. (s. f.).de <https://idoc.pub/documents/288385775-metodos-normalizados-para-el-analisis-de-aguas-potables-y-residualespdf-6ngewqpqjlv>.*
- Amiel Pérez, J. (2007). Las variables en el método científico. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 73(3), 171-177.
- Arellano Romero, J. C., & Chilingua Castillo, K. A. (2017). *Determinación de la eficiencia de remoción de la carga orgánica en un reactor aeróbico de lecho suspendido con biomasa adherida.* <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/21621>
- Benavente, E. (2019). *SISTEMA INTEGRADO TANQUE SÉPTICO Y HUMEDAL DE FLUJO HORIZONTAL PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA.* 122.
- Castillejo López, W. A., & Aquino Mariluz, J. C. (2017). Remoción de contaminantes físico químicos y microbiológicos de un efluente de un tanque séptico mediante un sistema tipo esponjas endurecidas, en la localidad de Marian – Huaraz 2016. *Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo.* <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/2230>
- Daniela Esperanza Tenecota Intriago. (2016). *Estudio de la eficiencia en la remoción de dco mediante reactores anaerobios uasb en zonas frías andinas.*
- Fernando Larios- Meoño, Carlos González Taranco, & Yennyfer Morales Olivares. (s. f.). *según la Organización Mundial de la Salud (OMS) en Perú, solamente se ha ejecutado el 30% de la inversión pública en tratamiento de agua, de acuerdo al Plan Nacional de Saneamiento Urbano y Rural 2006-2015.*
- *Hernández Sampieri, Fernández Collado, y Baptista Lucio (2014). (s. f.). Recuperado 23 de agosto de 2021.*
- Ing. Cecibel Torres Molinares. (s. f.). *Procedimiento para la Prueba para la Demanda Química de Oxígeno (DQO).*
- *Ministerio de agricultura y riego(2015). (s. f.).*
- *Norma técnica i.s. 020. (s. f.).*
- Ochoa Leon, Henry Raul. (2016). *“Comparación de la eficiencia de remoción de materia orgánica entre un reactor de lodos activados y un reactor anaerobio de flujo ascendente”.*

- *Ops/Cepis/03.80.* (s. f.).
- OPS/CEPIS/05.163, U. (s. f.). *Guía para el diseño de tanques sépticos, tanques imhoff y lagunas de estabilización.*
- *Prueba de anova.* (s. f.).
- *Prueba de Kruskal y wallis.* (s. f.). Recuperado 23 de agosto de 2021, de <https://pe.search.yahoo.com/search?fr=mcafee&type=E210PE0G0&p=Prueba+de+Kruskal+y+wallis>.
- Rurush, L., & Raisa, K. (2018). Eficiencia de biodigestores usando PET y esponjas para la remoción de dco, dbo del agua residual domestica—Tuyu, Marcará—Ancash. *Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo*. <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/2830>.
- Tchobanoglous, G., Burton, F. L., & Metcalf & Eddy (Eds.). (1991). *Wastewater engineering: Treatment, disposal, and reuse* (3rd ed). McGraw-Hill.
- Toro, P., & Sebastián, R. (2015). *Biopercolación para la remoción de materia orgánica de aguas residuales tipo domésticas*. <http://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/2793336>.
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (2017). *Informe Mundial sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas 2017: Aguas Residuales - El Recurso Desaprovechado*. UN. <https://doi.org/10.18356/86dc8e1b-es>.
- Wastewater, W. (s. f.). *El agua residual puede generar beneficios para la gente, el medioambiente y las economías, según el Banco Mundial*
- *Www.bvsde.paho.org/2013.* (s. f.).

ANEXOS

ANEXO N° 01: Tabla N° 18 Calculo y diseños de los tanques sépticos (reactor primario)

| DISEÑO DEL TANQUE SEPTICO (T1) | RELACI ON L/B | RELACI ON L/B | RELACI ON L/B | RELACI ON L/B | UND |
|--|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------------------|
| RELACION L/B | 1.9562 | | 2.7288 | 3.2990 | |
| 1.- POBLACION FUTURA (habitantes) | 19505 | 2.3 | 62141 | 64937 | |
| 2.- DOTACION (LT/HAB/DIA) | 19 | 19 | 19 | 19 | hab |
| 3.- CAUDAL DE AGUAS RESIDUALES (M3/Dia) | 80 | 80 | 80 | 80 | |
| Q = 0.80 * Pob.* Dot./1,000 | | | | | m3/di a |
| (*) SI EL CAUDAL ES <20m3/dia USAR TANQUE SEPTICO | 1.216 | 1.216 | 1.216 | 1.216 | |
| 4.- PERIODO DE RETENCION (DIAS) | 0.0140 | 0.0140 | 0.0140 | 0.0140 | |
| 5.- VOLUMEN DE SEDIMENTACION (Vs) (m3) | 74074 | 74074 | 74074 | 74074 | l/s |
| Vs = Q (m3/d) * PR (d) | | | | | |
| 6.- TASA DE ACUMULACION DE LODOS (L/H/AÑO) | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | dias |
| 7.- PERIODO DE LIMPIEZA (AÑOS) | 0.304 | 0.304 | 0.304 | 0.304 | m3 |
| 8.- VOLUMEN DE ACUMULACION DE LODOS (Vd) (m3) | 70 | 70 | 70 | 70 | l/hab/ año |
| Vd = Pob * TAL * PL/1000 | | | | | |
| | 0.0833 | 0.0833 | 0.0833 | 0.0833 | |
| | 33333 | 33333 | 33333 | 33333 | Años Mese s |
| | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| | 0.1108 | 0.1108 | 0.1108 | 0.1108 | |
| | 33333 | 33333 | 33333 | 33333 | m3 |

| | | | | | | |
|--------------------------------------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|
| 9.- VOLUMEN MINIMO DE NATAS | | 0.0829 | 0.0829 | 0.0829 | 0.0829 | |
| (m3) | | 66667 | 66667 | 66667 | 66667 | m3 |
| 10.- VOLUMEN DE $V_s +$ | | 0.4148 | 0.4148 | 0.4148 | 0.4148 | |
| V_d | | 33333 | 33333 | 33333 | 33333 | m3 |
| Dimensionamiento de tanque séptico H | | | | | | |
| asumimos altura útil | = | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | m |
| | | 0.8296 | 0.8296 | 0.8296 | 0.8296 | |
| Area útil (m2) | | 66667 | 66667 | 66667 | 66667 | m2 |
| | | 1.9562 | | 2.7288 | 3.2990 | |
| Relacion L/B | | 19505 | 2.3 | 62141 | 64937 | |
| | L | 1.2739 | 1.3813 | 1.5046 | 1.6544 | |
| Longitud útil (m) | L/B | = | 74142 | 88191 | 74701 | 25643 |
| | B | = | 0.6512 | 0.6006 | 0.5513 | 0.5014 |
| Ancho útil (m) | | = | 4294 | 03561 | 92714 | 83201 |
| 11.- PROFUNDIDAD MIN. DE ESPUMA | | | | | | |
| SUMERGIDA (H_e) (m) | | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | H_e |
| $H_e=0.7/A$ | | | | | | |
| 12.- PROFUNDIDAD DE ESPACIO | | 0.3664 | 0.3664 | 0.3664 | 0.3664 | |
| LIBRE (H_s) (m) | | 12214 | 12214 | 12214 | 12214 | H_s |
| $H_s=V_s/A$ | | | | | | |
| 13.- PROFUNDIDAD DE LODOS | | 0.1335 | 0.1335 | 0.1335 | 0.1335 | |
| (H_d) (m) | | 87786 | 87786 | 87786 | 87786 | H_d |
| $H_s=V_d/A$ | | | | | | |
| 14.- ESPACIO LIBRE (m) | | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | m |
| 15.- DIMENCIONAMIENTO | | | | | | |
| FINAL | | | | | | |
| Altura total (m) | | 0.75 | 0.75 | 0.75 | 0.75 | m |
| | | 1.2739 | 1.3813 | 1.5046 | 1.6544 | |
| Largo (m) | | 74142 | 88191 | 74701 | 25643 | m |
| | | 0.6512 | 0.6006 | 0.5513 | 0.5014 | |
| Ancho (m) | | 4294 | 03561 | 92714 | 83201 | m |

ANEXO N° 02: Tabla N° 19 Datos de la DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO (DQO)

| SEMANAS | DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO (mg/l) | | | | | REMOCION DQO % | | | |
|---------|-----------------------------------|-----|-----|-----|-----|----------------|-------|-------|-------|
| | AA.RR | R-1 | R-2 | R-3 | R-4 | R-1 | R-2 | R-3 | R-4 |
| 1 | 427 | 222 | 192 | 177 | 282 | 48.07 | 55.10 | 58.62 | 34.00 |
| 2 | 322 | 152 | 137 | 142 | 172 | 52.88 | 57.54 | 55.99 | 46.66 |
| 3 | 362 | 162 | 182 | 317 | 157 | 55.33 | 49.79 | 12.45 | 56.71 |
| 4 | 447 | 187 | 172 | 332 | 172 | 58.23 | 61.59 | 25.76 | 61.59 |
| 5 | 322 | 222 | 197 | 242 | 267 | 31.10 | 38.88 | 24.88 | 17.11 |
| 6 | 502 | 172 | 222 | 112 | 202 | 65.80 | 55.83 | 77.77 | 59.82 |
| 7 | 442 | 222 | 117 | 77 | 387 | 49.83 | 73.61 | 82.67 | 12.46 |
| 8 | 342 | 102 | 127 | 92 | 117 | 70.28 | 62.96 | 73.21 | 65.89 |
| 9 | 302 | 127 | 142 | 97 | 142 | 58.04 | 53.07 | 67.99 | 53.07 |
| 10 | 342 | 142 | 152 | 137 | 157 | 58.57 | 55.64 | 60.03 | 54.17 |
| 11 | 482 | 132 | 172 | 162 | 207 | 72.69 | 64.38 | 66.46 | 57.11 |

Tabla N° 20 Datos de la temperatura

| SEMANAS | TEMPERATURA (C°) | | | | | Co/Cs | | | |
|---------|------------------|------|------|------|------|-------|------|------|------|
| | AA.RR | R-1 | R-2 | R-3 | R-4 | R-1 | R-2 | R-3 | R-4 |
| 1 | 19.4 | 18.3 | 18.6 | 18.8 | 18.9 | 0.94 | 0.96 | 0.97 | 0.97 |
| 2 | 18.3 | 17.8 | 17.6 | 17.7 | 18.1 | 0.97 | 0.96 | 0.97 | 0.99 |
| 3 | 20.8 | 18.3 | 18.2 | 18.4 | 18.3 | 0.88 | 0.88 | 0.88 | 0.88 |
| 4 | 19.6 | 18.0 | 18.3 | 18.4 | 18.6 | 0.92 | 0.93 | 0.94 | 0.95 |
| 5 | 18.0 | 17.1 | 18.0 | 18.5 | 18.4 | 0.95 | 1.00 | 1.03 | 1.02 |
| 6 | 19.4 | 17.9 | 18.5 | 18.8 | 18.9 | 0.92 | 0.95 | 0.97 | 0.97 |
| 7 | 18.6 | 17.7 | 17.8 | 17.7 | 17.6 | 0.95 | 0.96 | 0.95 | 0.95 |
| 8 | 16.3 | 18.1 | 18.2 | 17.8 | 17.6 | 1.11 | 1.12 | 1.09 | 1.08 |
| 9 | 16.6 | 17.4 | 17.6 | 17.3 | 17.9 | 1.05 | 1.06 | 1.04 | 1.08 |
| 10 | 19.3 | 18.8 | 18.8 | 18.9 | 19.0 | 0.97 | 0.97 | 0.98 | 0.98 |
| 11 | 18.4 | 16.7 | 16.8 | 16.9 | 16.7 | 0.91 | 0.91 | 0.92 | 0.91 |
| 12 | 18.3 | 16.4 | 16.5 | 16.8 | 17.0 | 0.90 | 0.90 | 0.92 | 0.93 |
| 13 | 17.6 | 17.3 | 17.5 | 17.6 | 17.6 | 0.98 | 0.99 | 1.00 | 1.00 |
| 14 | 18.4 | 18.8 | 18.0 | 18.8 | 18.5 | 1.02 | 0.98 | 1.02 | 1.01 |
| 15 | 17.8 | 17.6 | 17.4 | 17.7 | 17.6 | 0.99 | 0.98 | 0.99 | 0.99 |
| 16 | 18.2 | 18.5 | 18.5 | 18.4 | 18.6 | 1.02 | 1.02 | 1.01 | 1.02 |

Tabla N° 21 Datos de la Turbiedad

| SEMANAS | TURBIEDAD(UNT) | | | | | REMOCION TURBIEDAD % | | | |
|---------|----------------|------|-------|-------|-------|-------------------------|-------|-------|-------|
| | AA.RR | R-1 | R-2 | R-3 | R-4 | R-1 | R-2 | R-3 | R-4 |
| 1 | 99.8 | 48.8 | 41.2 | 42.3 | 39.8 | 51.10 | 58.72 | 57.62 | 60.12 |
| 2 | 193.7 | 61.6 | 68.6 | 61.9 | 58.2 | 68.19 | 64.58 | 68.04 | 69.95 |
| 3 | 170.3 | 72.3 | 65.5 | 73.0 | 70.7 | 57.55 | 61.54 | 57.13 | 58.49 |
| 4 | 250.0 | 85.8 | 83.5 | 75.0 | 87.4 | 65.68 | 66.60 | 70.00 | 65.04 |
| 5 | 107.3 | 75.3 | 58.9 | 56.7 | 71.8 | 29.82 | 45.11 | 47.16 | 33.08 |
| 6 | 184.0 | 57.4 | 60.2 | 38.6 | 50.6 | 68.80 | 67.28 | 79.02 | 72.50 |
| 7 | 180.0 | 75.2 | 59.2 | 72.4 | 79.2 | 58.22 | 67.11 | 59.78 | 56.00 |
| 8 | 124.6 | 64.8 | 61.8 | 64.6 | 64.8 | 47.99 | 50.40 | 48.15 | 47.99 |
| 9 | 183.0 | 53.4 | 58.8 | 43.4 | 45.5 | 70.82 | 67.87 | 76.28 | 75.14 |
| 10 | 366.0 | 95.7 | 155.8 | 155.2 | 127.9 | 73.85 | 57.43 | 57.60 | 65.05 |
| 11 | 233.0 | 70.8 | 83.0 | 57.3 | 71.9 | 69.61 | 64.38 | 75.41 | 69.14 |
| 12 | 99.8 | 51.1 | 58.7 | 57.6 | 60.1 | 48.80 | 41.18 | 42.28 | 39.78 |
| 13 | 193.7 | 75.4 | 60.8 | 73.8 | 80.9 | 61.06 | 68.60 | 61.89 | 58.22 |
| 14 | 170.3 | 47.1 | 58.7 | 45.9 | 49.9 | 72.34 | 65.53 | 73.05 | 70.70 |
| 15 | 215.0 | 69.8 | 59.2 | 55.4 | 74.2 | 67.53 | 72.47 | 74.23 | 65.49 |
| 16 | 321.0 | 75.2 | 34.8 | 72.6 | 60.5 | 76.57 | 89.16 | 77.38 | 81.15 |

Tabla N° 22 Datos del Ph

| SEMANAS | PH | | | | | Ph(Cs/Co) | | | |
|---------|-------|-----|-----|-----|-----|-----------|------|------|------|
| | AA.RR | R-1 | R-2 | R-3 | R-4 | R-1 | R-2 | R-3 | R-4 |
| 1 | 7.3 | 7.7 | 7.7 | 7.6 | 7.6 | 1.05 | 1.05 | 1.04 | 1.04 |
| 2 | 7.9 | 7.8 | 7.7 | 7.7 | 7.7 | 0.99 | 0.98 | 0.98 | 0.98 |
| 3 | 7.6 | 7.6 | 7.6 | 7.5 | 7.6 | 1.00 | 0.99 | 0.99 | 0.99 |
| 4 | 7.7 | 7.6 | 7.5 | 7.6 | 7.6 | 0.99 | 0.98 | 0.99 | 0.99 |
| 5 | 7.9 | 7.6 | 7.6 | 7.6 | 7.7 | 0.96 | 0.96 | 0.96 | 0.97 |
| 6 | 7.4 | 7.6 | 7.4 | 7.5 | 7.5 | 1.02 | 1.00 | 1.01 | 1.01 |
| 7 | 7.5 | 7.3 | 7.3 | 7.4 | 7.4 | 0.97 | 0.98 | 0.98 | 0.98 |
| 8 | 7.6 | 7.6 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 1.00 | 0.99 | 0.99 | 0.99 |
| 9 | 7.5 | 7.6 | 7.5 | 7.5 | 7.6 | 1.01 | 1.01 | 0.99 | 1.01 |
| 10 | 7.7 | 7.6 | 7.6 | 7.6 | 7.5 | 0.98 | 0.99 | 0.99 | 0.98 |
| 11 | 7.6 | 7.6 | 7.7 | 7.7 | 7.7 | 1.00 | 1.01 | 1.02 | 1.01 |
| 12 | 7.2 | 7.7 | 7.7 | 7.8 | 7.7 | 1.06 | 1.06 | 1.09 | 1.08 |
| 13 | 7.7 | 7.7 | 7.7 | 7.7 | 7.7 | 1.01 | 1.01 | 1.01 | 1.00 |
| 14 | 7.6 | 7.5 | 7.8 | 7.5 | 7.6 | 0.99 | 1.03 | 0.99 | 1.01 |
| 15 | 7.5 | 7.3 | 7.7 | 7.5 | 7.5 | 0.98 | 1.03 | 1.01 | 1.00 |
| 16 | 7.4 | 7.3 | 7.6 | 7.5 | 7.4 | 0.98 | 1.02 | 1.01 | 0.99 |

Tabla N° 23: Datos del Caudal

| Semanas | CAUDAL (m3/dia) | | | |
|----------------|------------------------|-----------|-----------|-----------|
| | T1 | T2 | T3 | T4 |
| 1 | 1.3824 | 1.3824 | 1.45152 | 1.3824 |
| 2 | 1.04544 | 0.70848 | 0.916272 | 0.88128 |
| 3 | 0.9936 | 1.00224 | 0.9072 | 0.9504 |
| 4 | 2.2032 | 2.05632 | 1.8144 | 2.15136 |
| 5 | 1.34784 | 1.5552 | 1.334448 | 1.40832 |
| 6 | 1.3824 | 1.40832 | 1.378944 | 1.41696 |
| 7 | 1.4688 | 1.54656 | 1.378944 | 1.37376 |
| 8 | 1.2528 | 1.2528 | 1.31544 | 1.2528 |
| 9 | 1.36512 | 1.3824 | 1.378944 | 1.44288 |
| 10 | 1.36512 | 1.47744 | 1.378944 | 1.33056 |
| 11 | 1.47744 | 1.512 | 1.487808 | 1.4688 |
| 12 | 1.46016 | 1.512 | 1.45152 | 1.3824 |
| 13 | 1.39104 | 1.41696 | 1.388016 | 1.43424 |
| 14 | 1.39968 | 1.40832 | 1.433376 | 1.4688 |
| 15 | 1.32192 | 1.27872 | 1.49472 | 1.33056 |
| 16 | 1.22688 | 1.48608 | 1.43424 | 1.45152 |

Tabla N° 24: Datos del tiempo de retención

| Semanas | TIEMPO DE RETENCION (Dias) | | | |
|-----------|----------------------------|----------|----------|----------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 |
| 1 | 0.217014 | 0.217014 | 0.20668 | 0.217014 |
| 2 | 0.286961 | 0.423442 | 0.327414 | 0.340414 |
| 3 | 0.301932 | 0.29933 | 0.330688 | 0.315657 |
| 4 | 0.136166 | 0.145892 | 0.165344 | 0.139447 |
| 5 | 0.222578 | 0.192901 | 0.224812 | 0.21302 |
| 6 | 0.217014 | 0.21302 | 0.217558 | 0.211721 |
| 7 | 0.204248 | 0.193979 | 0.217558 | 0.218379 |
| 8 | 0.239464 | 0.239464 | 0.228061 | 0.239464 |
| 9 | 0.219761 | 0.217014 | 0.217558 | 0.207917 |
| 10 | 0.219761 | 0.203054 | 0.217558 | 0.225469 |
| 11 | 0.203054 | 0.198413 | 0.201639 | 0.204248 |
| 12 | 0.205457 | 0.198413 | 0.20668 | 0.217014 |
| 13 | 0.215666 | 0.211721 | 0.216136 | 0.20917 |
| 14 | 0.214335 | 0.21302 | 0.209296 | 0.204248 |
| 15 | 0.226943 | 0.23461 | 0.200706 | 0.225469 |
| 16 | 0.244523 | 0.201873 | 0.20917 | 0.20668 |

Tabla N° 25 Datos de Velocidad de sedimentación

| Semanas | Velocidad de sedimentación (m/día) | | | |
|----------------|---|-----------|-----------|-----------|
| | T1 | T2 | T3 | T4 |
| 1 | 5.73705 | 6.22077 | 7.11476 | 7.45033 |
| 2 | 4.33865 | 3.18814 | 4.49119 | 4.74959 |
| 3 | 4.12351 | 4.51006 | 4.44673 | 5.12210 |
| 4 | 9.14343 | 9.25339 | 8.89345 | 11.59458 |
| 5 | 5.59363 | 6.99837 | 6.54092 | 7.59003 |
| 6 | 5.73705 | 6.33741 | 6.75902 | 7.63659 |
| 7 | 6.09562 | 6.95949 | 6.75902 | 7.40377 |
| 8 | 5.19921 | 5.63757 | 6.44775 | 6.75186 |
| 9 | 5.66534 | 6.22077 | 6.75902 | 7.77628 |
| 10 | 5.66534 | 6.64845 | 6.75902 | 7.17094 |
| 11 | 6.13148 | 6.80397 | 7.29263 | 7.91598 |
| 12 | 6.05976 | 6.80397 | 7.11476 | 7.45033 |
| 13 | 5.77291 | 6.37629 | 6.80349 | 7.72972 |
| 14 | 5.80877 | 6.33741 | 7.02583 | 7.91598 |
| 15 | 5.48606 | 5.75421 | 7.32651 | 7.17094 |
| 16 | 5.09164 | 6.68733 | 7.03006 | 7.82285 |

ANEXO N° 03: Panel fotográfico

Imagen 6 Construcción del repartidor de caudal general

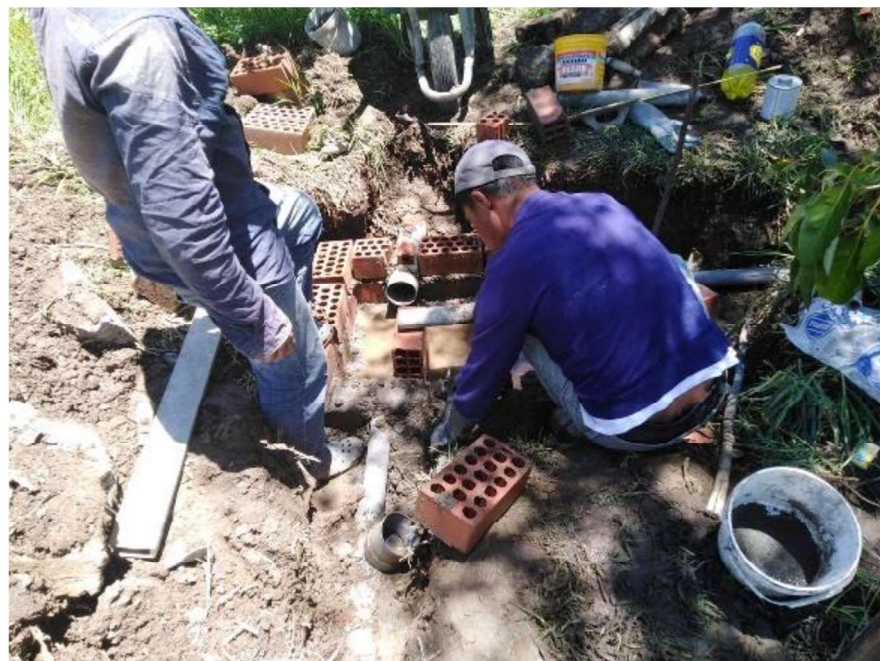


Imagen 7: Construcción del repartidor de caudal de los reactores primarios(tanques sépticos)



Imagen 8 : Construcción de los reactores primarios (tanques sépticos)



Imagen 9 : Tarrajeo de los reactores primarios (tanques sépticos)



Imagen 10: Encofrado de las tapas de los reactores primarios (tanques sépticos)



Imagen 11: Reactores primarios culminados (tanques sépticos)



Imagen 12: Toma de muestra del efluente

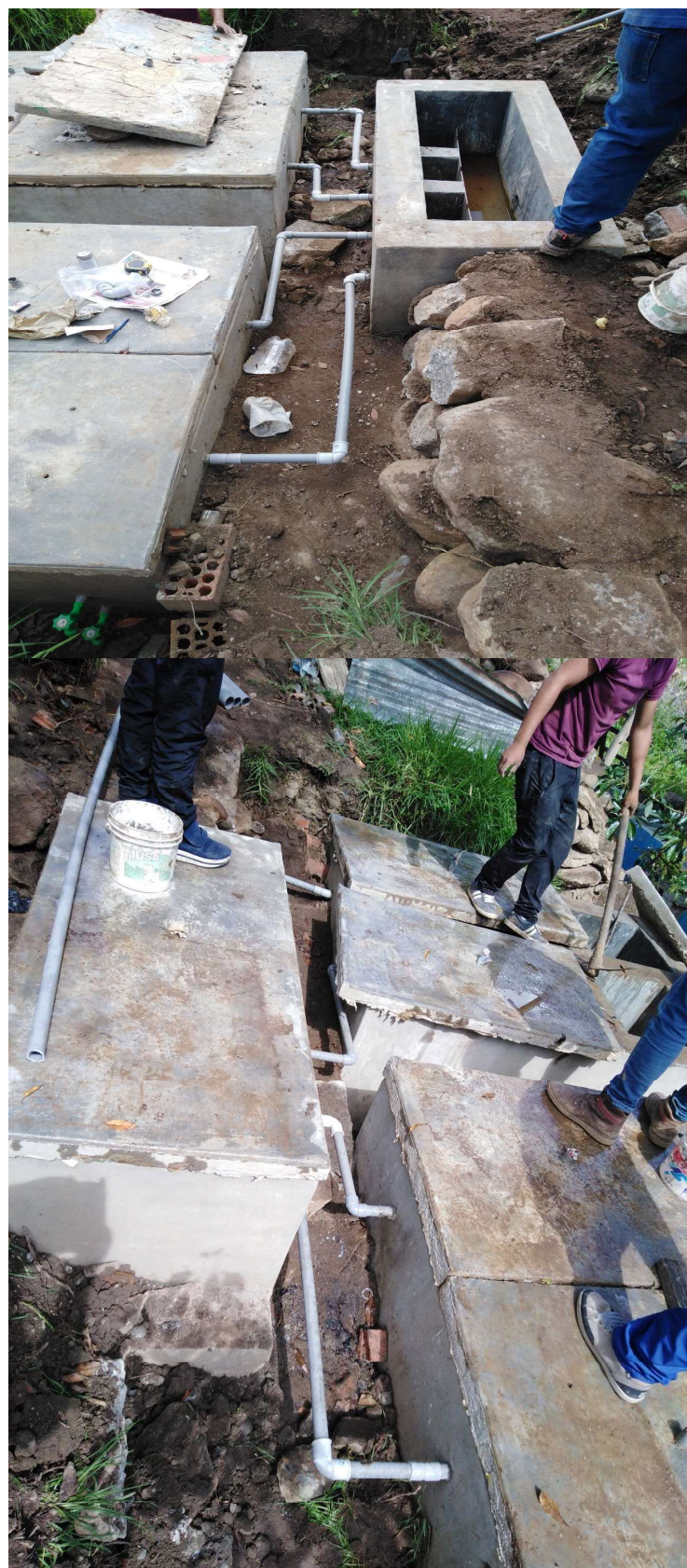


Imagen 13: Toma de datos de campo



Imagen 14: Muestras de laboratorio de los reactores primarios (tanques sépticos)



Imagen 15: Muestra en el laboratorio del centro de Investigación Tuyu Rury



Imagen 16: Preparación de muestra (2.5 ml agua residual)



Imagen 17: Reactivo-Acido sulfúricos empleados para el análisis de la DQO

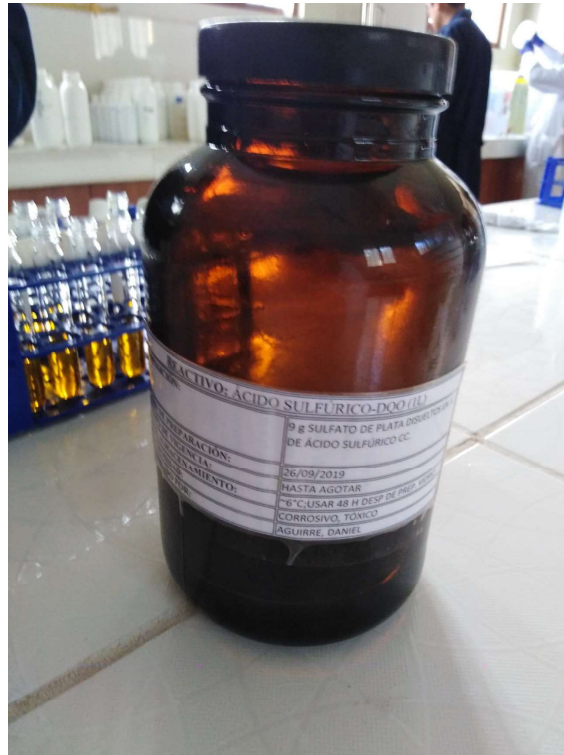


Imagen 18: Solucion digestora para la DQO

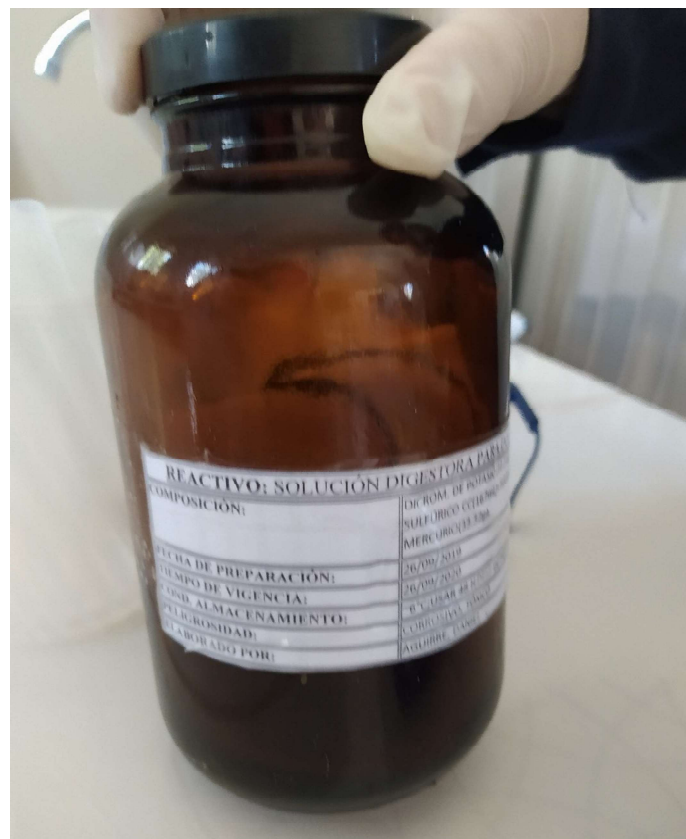


Imagen 19: Digestión de viales de la DQO a 150°C




Imagen 20: Lectura de la muestra en el espectrofotómetro a 600 nm



Imagen 21: Anotación de la DQO por punto muestreado

| # | Fecha | Hora | DQO | Observaciones |
|----|----------|------|-------|---------------|
| 1 | 26/10/19 | 3:18 | 0.154 | T-1 |
| 2 | 26/10/19 | 3:20 | 0.154 | T-2 |
| 3 | 26/10/19 | 3:22 | 0.154 | T-3 |
| 4 | 26/10/19 | 3:24 | 0.154 | T-4 |
| 5 | 26/10/19 | 3:26 | 0.154 | T-5 |
| 6 | 26/10/19 | 3:28 | 0.154 | T-6 |
| 7 | 26/10/19 | 3:30 | 0.154 | T-7 |
| 8 | 26/10/19 | 3:32 | 0.154 | T-8 |
| 9 | 26/10/19 | 3:34 | 0.154 | T-9 |
| 10 | 26/10/19 | 3:36 | 0.154 | T-10 |
| 11 | 26/10/19 | 3:38 | 0.154 | T-11 |
| 12 | 26/10/19 | 3:40 | 0.154 | T-12 |
| 13 | 26/10/19 | 3:42 | 0.154 | T-13 |
| 14 | 26/10/19 | 3:44 | 0.154 | T-14 |
| 15 | 26/10/19 | 3:46 | 0.154 | T-15 |
| 16 | 26/10/19 | 3:48 | 0.154 | T-16 |
| 17 | 26/10/19 | 3:50 | 0.154 | T-17 |
| 18 | 26/10/19 | 3:52 | 0.154 | T-18 |
| 19 | 26/10/19 | 3:54 | 0.154 | T-19 |
| 20 | 26/10/19 | 3:56 | 0.154 | T-20 |
| 21 | 26/10/19 | 3:58 | 0.154 | T-21 |
| 22 | 26/10/19 | 4:00 | 0.154 | T-22 |
| 23 | 26/10/19 | 4:02 | 0.154 | T-23 |
| 24 | 26/10/19 | 4:04 | 0.154 | T-24 |
| 25 | 26/10/19 | 4:06 | 0.154 | T-25 |
| 26 | 26/10/19 | 4:08 | 0.154 | T-26 |
| 27 | 26/10/19 | 4:10 | 0.154 | T-27 |
| 28 | 26/10/19 | 4:12 | 0.154 | T-28 |
| 29 | 26/10/19 | 4:14 | 0.154 | T-29 |

ANEXO 4: Cotización de análisis de laboratorio de calidad ambiental -FCAM



LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL
 Av. Centenario N° 200-Huaraz-Ancash
 Cel. 944432754 / # 948915005
 e-mail: labfcam@hotmail.com

FL- 001
 Versión 03
 F.E. 21-06-12

COTIZACION N° CO180209

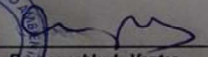
REFERENCIA : Analisis de Efluente de PTAR RUC :
 CLIENTE : Agüero Charqui Milagros Telf. : 986970310
 DIRECCION : Huaraz E-mail :
 ATENCION : Agüero Charqui Milagros Oferta : Abnri - 2018

| CÓD. LAB. | PARÁMETRO | UNIDAD DE MEDIDA | MÉTODO | LIMITE DE DETECCIÓN | CANT. | PRECIOS (S/.) | |
|--|------------------------------|------------------|---|---------------------|-------|---------------|------------|
| | | | | | | P. UNIT. | P. PARCIAL |
| ANALISIS FISICOQUIMICOS | | | | | | 630.00 | |
| FQ | | | | | | | |
| FQ23 | pH (en laboratorio) | Unid. pH | APHA 4500-H ⁺ B.-Versión 2012 (*) | | 60 | 7.56 | 453.60 |
| FQ35 | Temperatura (en laboratorio) | °C | APHA 2550 B (*) | 0.1 | 60 | 2.94 | 176.40 |
| ANALISIS DE INDICADORES DE CONTAMINACION BIOQUIMICO | | | | | | 1,915.80 | |
| CB | | | | | | | |
| CB02 | Demanda Química de Oxigeno | mg/l DQO | Oxidación ácido cromosulfúrico (*) | 25 | 60 | 31.93 | 1915.80 |
| | | | | | | SUB TOTAL : | 2,545.80 |
| | | | | | | IGV (18%) : | 458.24 |
| | | | | | | TOTAL : | 3,004.04 |

En total son: TRESMIL CUATRO CON 04/100 Soles

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL-DA
 Leyenda: APHA: Standard Methods for the Examination of water and wastewater, 22 nd. Edition-2012

Huaraz, 03 de Abril de 2018




Responsable de Ventas
 Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM-UNASAM

| CONDICIONES DEL SERVICIO | |
|--------------------------|---|
| 1 | Validez de la Cotización: 30 días Calendario |
| 2 | Monto mínimo a pagar: Se deberá realizar el pago del 100% del monto cotizado, para poder iniciar la prestación del servicio. |
| 3 | Formas de Pago: 1. Pago al contado en la Oficina del Laboratorio de Calidad Ambiental o Tesorería de la UNASAM 2. Depósito a la Cta. Cte. N° 371-072314 en Nuevos Soles, Banco de la Nación - Perú, a nombre de Universidad Nacional " Santiago Antúnez de Mayolo" |
| 4 | Para el servicio de Monitoreo de Agua y Aire que requiera salida de equipos, el pago deberá realizarse con 02 días de anticipación. |
| 5 | Tiempo de entrega de Reporte: Los Resultados de los ensayos serán entregados después de 06 días hábiles a partir de la recepción de muestras en el laboratorio. |
| 6 | Materiales: Los materiales para la recolección de muestras serán proporcionados por el Laboratorio. |
| 7 | Los informes que contengan ensayos dentro del alcance de la acreditación se emitirán con símbolo de acreditación de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Uso de Símbolo de acreditación y declaración de la condición de acreditado |
| 8 | En caso el cliente requiera un informe sin el símbolo de acreditación, deberá presentar una solicitud declarando conocer que el documento a recibir no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por el INACAL-DA |

ACEPTACION DE LA COTIZACION POR EL CLIENTE

Se acepta la presente cotización en los términos y condiciones dispuestas en ella y se autoriza al Laboratorio de Calidad Ambiental a dar curso al servicio solicitado

Nombre y Apellidos: _____
 DNI: _____
 Cargo: _____


 Firma del Cliente

ANEXO 5: PLANO GENERAL DEL SISTEMA EXPERIMENTAL DE ESTUDIO

