“UNIVERSIDAD NACIONAL “SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO”

FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA

“DETERMINACIÓN DEL INCREMENTO DE NITROGENO AMONIACAL EN LAS AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS UTILIZANDO UN SEDIMENTADOR PRIMARIO PARA DIFERENTES CONDICIONES HIDRÁULICAS EN CLIMAS ANDINOS-TUYU, MARCARA 2019”

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO SANITARIO

Bach. ROSALES FAJARDO JEYSON ANDERSONN

Asesor: Ing. ARAUJO JAMANCA NINO FRANKLIN

HUARAZ – ANCASH - PERÚ

JULIO - 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: wh{![9{C!W!w5h W9¸{hb !b59w{hbb

Código de alumno: ммо¢лтлп¢лму Teléfono: фртфлмппн

E-mail: ∂№2ăl·fŜăŦ ℣ dzyl·ăl·Y¢ŜŘdz¢LJŜ D.N.I. n°: тсоссонс

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

2. Tipo de trabajo de investigación:

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

3. Para optar el Título Profesional de:

LbD9bL9wh {!bL¢!wLh

4. Título del trabajo de investigación:

59¢9waLb!/Lhb 59[Lb/w9a9b¢h 59 bL¢whD9bh !ahbL!/![9b [!{ !D¦!{w9{L5¦![9{
5ha9{¢L/!{¦¢L[L½!b5h¦b{95La9b¢!5hw twLa!wLh t!w! 5LC9w9b¢9{/hb5L/Lhb9{ IL5w!¦[L/!{
9b /[La!{ !b5Lbh{π¢¦¸¦Σa!w/!w! нлм¢

5. Facultad de: /ΛŜyŎλl·ă ŘŜf !Y¯ōλŜyΰŜ

6. Escuela o Carrera: LbD9bL9w№! {!bL¢!wL!

7. Asesor:

Apellidos y nombres !w!¦Wh W!a!b/! bLbh Cw!bY[Lb D.N.I n°: поупутлл

E-mail: yl·№l·dz∂2∂ ℣ dzyl·ăl·Y¢ŜŘdz¢LJŜ ID ORCID: KΰΰLJăYкк2№ŎλŘ¢2№∃клллπлллмπсмптπотп·

8. Referencia bibliográfica: ¢Ŝăλă ŜyŦ2№Yl·ΰ2 !t!

9. Tipo de acceso al Documento:

- [x] 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, лрклткнлнм

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.

UNIVERSIDAD NACIONAL
SANTIAGO ANTÙNEZ DE MAYOLO
FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE
Av. Centenario N°200 – Teléfono (043) 640020 anexo 1104
HUARAZ – ANCASH – PERU

"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de independencia"

ACTA DE SUSTENTACIÓN Y DEFENSA DE TESIS

Los Miembros del Jurado en pleno que suscriben, reunidos en la fecha, en el Auditorio Virtual - Plataforma Microsoft Teams de la FCAM-UNASAM, de conformidad a la normatividad vigente conducen el **Acto Académico de Sustentación y Defensa virtual** de la Tesis **"DETERMINACIÓN DEL INCREMENTO DE NITROGENO AMONIACAL EN LAS AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS UTILIZANDO UN SEDIMENTADOR PRIMARIO PARA DIFERENTES CONDICIONES HIDRAULICAS EN CLIMAS ANDINOS – TUYU RURI – MARCARA 2019"** que presenta **JEYSON ANDERSONN ROSALES FAJARDO** para optar el **Título Profesional de Ingeniero Sanitario**.

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

APROBADO CON DISTINCION

Con el calificativo de: **DIECISIETE (17)**

En consecuencia, **JEYSON ANDERSONN ROSALES FAJARDO** queda expedito para que el Consejo de Facultad de la Facultad de Ciencias del Ambiente de la Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo" apruebe el otorgamiento de su **Título Profesional de Ingeniero Sanitario** de conformidad al Art. 113 numeral 113.9 del Reglamento General de la UNASAM (Resolución de Consejo Universitario Nº 399-2015-UNASAM), el Art. 48° y 4ta. disposición complementaria del Reglamento General de Grados y Títulos de la UNASAM (Resolución de Consejo Universitario - Rector Nº 761-2017-UNASAM y Resolución de Consejo Universitario - Rector N° 211-2020-UNASAM que incorpora la sustentación virtual), el Art. 160° del Reglamento de Gestión de la Programación, Ejecución y Control de las Actividades Académicas (Resolución de Consejo Universitario - Rector Nº 232-2017-UNASAM) y el Instructivo para sustentación virtual de tesis (Resolución de Consejo de Facultad N° 051-2020-UNASAM- FCAM del 24/octubre/2020).

Huaraz, 5 de julio de 2021

Dr. CESAR MANUEL GREGORIO DÁVILA PAREDES
Presidente
Jurado de sustentación

MSc. KIKO FÉLIX DEPAZ CELI
Primer miembro
Jurado de sustentación

MSc. MARTIN MIGUEL HUAMÁN CARRANZA
Segundo miembro
Jurado de sustentación

Ing. NINO FRANKLIN ARAUJO JAMANCA
Asesor de tesista

DEDICATORIA

A Dios padre por guiarme siempre por el buen camino.

A mis queridos padres Maritza Fajardo y Juan Rosales por toda la dedicación, esfuerzo y apoyo incondicional durante toda mi formación, por creer y confiar en mí, son mi inspiración y mi ejemplo de superación, yo no era nadie, pero gracias a ustedes ahora puedo ser todo.

AGRADECIMIENTOS

A la facultad de Ciencias del Ambiente de la Universidad Nacional “Santiago Antúnez de Mayolo”, por acogerme durante todo el periodo de estudios.

A mis docentes de la escuela profesional de Ingeniería Sanitaria por todos los conocimientos impartidos hacia mi persona.

A mi asesor de tesis, Ing. Nino Franklin Araujo Jamanca por sus consejos, enseñanzas, dedicación y el apoyo incondicional para el desarrollo de la tesis.

Al MSc. Martin Miguel Huamán Carranza por todos los consejos para el desarrollo de la tesis y por su absoluta compresión durante su estancia en la DGADCB – UNASAM.

A mis jurados por todo el apoyo desde la presentación del proyecto de investigación y hasta su culminación.

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Rosales Fajardo Jeyson Andersonn, egresado 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 titulado "DETERMINACIÓN DEL INCREMENTO DE NITROGENO AMONIACAL EN LAS AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS UTILIZANDO UN SEDIMENTADOR PRIMARIO PARA DIFERENTES CONDICIONES HIDRÁULICAS EN CLIMAS ANDINOS- TUYU, MARCARA 2019" presentado en 130 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 identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes de acuerdo a lo establecido por las normas de elaboración de trabajo académico.
- No he utilizado ninguna otra fuente distinta de aquellas expresadamente señaladas en este trabajo.
- 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 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, julio del 2021

Jeyson Andersonn ROSALES FAJARDO

DNI: 76366326

ÍNDICE

DEDICATORIA i
AGRADECIMIENTOS ii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA iii
ÍNDICE iv
RELACION DE GRÁFICOS vii
RELACION DE TABLAS viii
RELACION DE IMÁGENES x
RESUMEN EJECUTIVO xi
ABSTRACT xii
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 Investigación 3
1.2.2. Hipótesis especificas 3
1.3. Variables 4
1.3.1. Variable dependiente: 4
1.3.2. Variable independiente 4
1.4. Operacionalización de Variables 5
1.5. Alcances 6
1.5.1. Delimitación espacial 6
1.5.2. Delimitación temporal 6
1.5.3. Delimitación conceptual 6
1.6. Limitaciones 6
II. MARCO TEÓRICO 6
2.1. Realidad de la problemática 7
2.2. Antecedentes y fundamentación científica, técnica o humanística 9
2.2.1. Antecedentes Internacionales 9
2.2.2. Antecedentes Nacionales 12
2.2.3. Antecedentes Locales 13
2.3. Bases Teóricas 14

2.3.1. Sedimentador primario 14
2.3.2. Características del agua residual 19
III. MARCO METODOLÓGICO 26
3.1. Tipo de investigación 26
3.2. Diseño de investigación 26
3.3. Metodología 27
3.3.1. Fase 1: Diseño e implementación de los sedimentadores primarios 27
3.3.2. Fase 2: Identificación y toma de muestra 29
3.3.3. Fase 3: Instrumentos y aplicación sobre la muestra 31
3.3.4. Fase 4: Organización de datos 32
3.3.5. Fase 5: Análisis e interpretación de datos 32
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos 33
3.4.1. Técnicas de Muestreo 33
3.4.2. Instrumentos 34
3.5. Población, muestra y muestreo 35
3.5.1. Población 35
3.5.2. Muestra 35
3.6. Plan de procesamiento y análisis estadístico de la información 36
3.6.1. Método Estadístico 36
IV. RESULTADOS 39
4.1. Resultado de la caracterización del agua residuales que ingresa al centro experimental. 39
4.2. Resultados del comportamiento de la temperatura, pH y condiciones hidráulicas, en el efluente y afluente de los sedimentadores primarios. 41
4.2.1. Temperatura en el afluente y efluente de los sedimentadores primarios (tanques sépticos) 41
4.2.2. Ph en el afluente y efluente de los sedimentadores primarios (tanques sépticos) . 42
4.2.3. Caudal en el afluente de los sedimentadores primarios (tanques sépticos) 44
4.2.4. Turbiedad en el afluente y efluente de los tanques sépticos 45
4.2.5. Oxígeno disuelto en el afluente de los tanques sépticos 47
4.2.6. Tiempo de retención 47
4.3. Resultados del comportamiento del nitrógeno amoniacal en el afluente y efluente 48
4.4. Contrastación de Hipótesis 51
4.4.1. Contrastación de la hipótesis general 51
4.4.2. Prueba de hipótesis especifica 1 52
4.4.3. Prueba de hipótesis especifica 2 55
V. DISCUSIÓN 56

VI. CONCLUSIONES 62
6.1. Conclusiones 62
6.2. Recomendaciones 63
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 64
7.1. Referencias bibliográficas 64
ANEXOS .....

RELACION DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1 Variación del caudal de las aguas residuales en la derivación para el área experimental de la EPIS del centro experimental de tuyu ruri (información secundaria – líquidos I – 2020)..... 40
Gráfico N° 2 Intervalos de la temperatura del afluente y efluente de los tanques sépticos..... 41
Gráfico N° 3 Relación de la temperatura en el efluente y afluente (T°s/T°o) de los tanques sépticos 42
Gráfico N° 4 Intervalos de Ph del afluente y efluente de los tanques sépticos 42
Gráfico N° 5 Relación del Ph en efluente y afluente (Ph°s/Ph°o) de los tanques sépticos 43
Gráfico N° 6 Variación del caudal de ingreso a los tanques sépticos 44
Gráfico N° 7 Distribución de datos de caudal de los tanques sépticos..... 44
Gráfico N° 8 Intervalos de Turbiedad (UNT) en el afluente y efluente de los tanques sépticos..... 45
Gráfico N° 9 Grafico de puntos turbiedad en el afluente y efluente de los tanques sépticos..... 46
Gráfico N° 10 Remoción de turbiedad en los sedimentadores..... 46
Gráfico N° 11 Oxígeno disuelto en el afluente de los tanques sépticos..... 47
Gráfico N° 12 Variación del tiempo de retención en los tanques sépticos..... 47
Gráfico N° 13 Intervalos de Nitrogeno amoniacal NH4 del afluente y efluente de los tanques sépticos..... 48
Gráfico N° 14 Relación del NH4 en el afluente y efluente de los tanques sépticos..... 49
Gráfico N° 15 Tiempo de retención y la remocion de nitrogeno amoniacal..... 49
Gráfico N° 16 Generacion de lodos y remocion de nitrogeno amoniacal..... 50
Gráfico N° 17 Velocidad de sedimentación y remocion de nitrogeno amoniacal..... 50
Gráfico N° 18 Grafico de dispersión del Nitrogeno amoniacal..... 14
Gráfico N° 19 Grafico de dispersión de la temperatura 15
Gráfico N° 20 Grafico de dispersión de Ph..... 16
Gráfico N° 21 Grafico de dispersión del caudal de ingreso a los tanques sépticos..... 17
Gráfico N° 22 Grafica de dispersión de la turbiedad 18
Gráfico N° 23 Grafica de dispersión de oxígeno disuelto en el afluente 19
Gráfico N° 24 Grafica de dispersión de tiempo de retención..... 20
Gráfico N° 25 Prueba de normalidad para el NH4..... 21
Gráfico N° 26 Prueba de igualdad de varianzas..... 22
Gráfico N° 27 Prueba de normalidad para el Ph 23
Gráfico N° 28 Prueba de igualdad de varianzas para el Ph..... 24
Gráfico N° 29 Distribución normal de los datos del caudal..... 25
Gráfico N° 30 Distribución normal de los datos de tiempo de retención..... 27
Gráfico N° 31 Prueba de normalidad para el turbiedad 29
Gráfico N° 32 Prueba de igualdad de varianzas para la turbiedad..... 30
Gráfico N° 33 Prueba de normalidad para la temperatura 31

RELACION DE TABLAS

Tabla N° 1 Cuadro de Operacionalización de variables 5
Tabla N° 2 Recomendaciones para el tiempo de retención 18
Tabla N° 3 Concentraciones de efluentes del tanque séptico y porcentaje eliminado 18
Tabla N° 4: Características físicas, químicas y biológicas del agua residual y su procedencia. 20
Tabla N° 5: Composición típica de las aguas residuales 21
Tabla N° 6 Niveles de oxígeno disuelto para los procesos biológicos 23
Tabla N° 7: Ciclo del nitrógeno: 24
Tabla N° 8 Parámetros y dimensiones de los sedimentadores primarios 28
Tabla N° 9 Frecuencia de monitoreo 30
Tabla N° 10 Materiales y equipos para el monitoreos 31
Tabla N° 11 Parámetros e instrumentos 31
Tabla N° 12 Formato de tablas para resultados 32
Tabla N° 13 Formato de tablas para análisis estadístico de datos 32
Tabla N° 14 Parámetros a monitorear 35
Tabla N° 15 Caracterización de aguas residuales (información secundaria – líquidos I – 2020) 39
Tabla N° 16 Evaluación de los grupos (sedimentadores y remoción de NH4) 51
Tabla N° 17 Evaluación de los grupos (sedimentadores y Cs/Co T°) 52
Tabla N° 18 Evaluación de los grupos (sedimentadores y Cs/Co Ph) 53
Tabla N° 19 Evaluación de los grupos de caudal de ingreso a los tanques sépticos 53
Tabla N° 20 Evaluación de los grupos (remoción de turbiedad) 54
Tabla N° 21 Evaluación de los grupos de caudal de ingreso a los tanques sépticos 54
Tabla N° 22 Prueba de hipótesis valor p 55
Tabla N° 23 Aforo del caudal en el buzón de captación del centro experimental 3
Tabla N° 24 Diseño de tanques sépticos 5
Tabla N° 25 Datos de Nitrogeno amoniacal 8
Tabla N° 26 Datos de temperatura 8
Tabla N° 27 Datos de Ph 9
Tabla N° 28 Datos de caudal 10
Tabla N° 29 Datos de turbiedad 11
Tabla N° 30 Datos de oxígeno disuelto 12
Tabla N° 31 Datos de tiempo de retención 12
Tabla N° 32 Condiciones para evaluación 22
Tabla N° 33 Información del factor (datos de análisis) 22
Tabla N° 34 Análisis de Varianza para el NH4 22
Tabla N° 35 Condiciones para evaluación 24
Tabla N° 36 Información del factor (datos de análisis) 24
Tabla N° 37 Análisis de Varianza para el NH4 24
Tabla N° 38 Estadísticas descriptivas para los datos de caudal 25
Tabla N° 39 Condición de análisis 26
Tabla N° 40 Prueba de kruskal wallis para el caudal 26
Tabla N° 41 Estadísticas descriptivas para los datos de caudal 28
Tabla N° 42 Condición de análisis 28
Tabla N° 43 Prueba de kruskal wallis para el caudal 28
Tabla N° 44 Condiciones de análisis 30
Tabla N° 45 Información del factores de análisis (datos analisados) 30

Tabla N° 46 Análisis de Varianza para la turbiedad 30
Tabla N° 47 Condiciones para la evaluación 31
Tabla N° 48 Información del factor (datos usados)..... 32
Tabla N° 49 Análisis de Varianza para la temperatura 32

RELACION DE IMÁGENES

Imagen 1 Tanque Séptico 17
Imagen 2 Dimensiones del tanque Séptico 17
Imagen 3 Ciclo del nitrógeno 24
Imagen 4 Procedimiento desarrollado en la investigación 27
Imagen 5 Ubicación de los sedimentadores primarios 28
Imagen 6 Puntos de muestreo para el experimento 29
Imagen 7 Variabilidad total según los efectos de los tratamientos 37
Imagen 8 Representación de los efectos para cada tratamiento 38
Imagen 9 Caracterización de aguas residuales 2
Imagen 10 Vista en planta de los tanques sépticos 6
Imagen 11 Vista en perfil de los tanques sépticos 7
Imagen 12 Diseño de los sedimentadores y esquematización 33
Imagen 13 Excavación y nivelación del terreno 33
Imagen 14 Construcción del primer repartidor de caudal 33
Imagen 15 Primer repartidor de caudal terminado y prueba de hidráulica 34
Imagen 16 Vaciado de losa del vertedero de los tanques sépticos 34
Imagen 17 Construcción del segundo repartidor de caudal 34
Imagen 18 Segundo repartidor terminado y prueba de hidráulica 35
Imagen 19 Encofrado para vaciado de losas de los tanques sépticos 35
Imagen 20 Vaciado de losa de los tanques sépticos 35
Imagen 21 Construcción de los tanques sépticos 35
Imagen 22 Tanques sépticos terminados 36
Imagen 23 Parte interna de los tanques sépticos 36
Imagen 24 Toma de muestra afluente 37
Imagen 25 Toma de muestras del efluente 37
Imagen 26 Toma de datos de campo 37
Imagen 27 Toma de datos de temperatura 37
Imagen 28 Muestras en el laboratorio de tuyu ruri 38
Imagen 29 Análisis en laboratorio – preparación de muestra 39
Imagen 30 Análisis en laboratorio – Filtración de muestra 39
Imagen 31 Análisis en laboratorio – Preparación para lectura 40
Imagen 32 Análisis en laboratorio – Preparación para lectura 40
Imagen 33 Análisis en laboratorio – medición con el espectrofotómetro 41
Imagen 34 Reactivo empleado para el análisis (reactivo de nessler) 41
Imagen 35 Preparación de agua destilada 42
Imagen 36 Tanque séptico 01, formación de natas y burbujas por el CO2 liberado 42
Imagen 37 Mantenimiento de los tanques sépticos 43
Imagen 38 Primer Compartimiento de los tanques sépticos después del mantenimiento 43
Imagen 39 Ambos Compartimientos de los tanques sépticos después del mantenimiento 44

RESUMEN EJECUTIVO

El objetivo de esta investigación es determinar el incremento del nitrógeno amoniacal en las aguas residuales domesticas utilizando sedimentadores primarios en función de diferentes condiciones hidráulicas (relación largo/ancho) en climas andinos, en Tuyu Ruri -Marcara.

La investigación se ha estructurado en 3 procesos, el proceso de implementación del sistema de tratamiento. Seguido del proceso de toma de muestras y análisis de campo y laboratorio. Para finalmente describir y analizar los datos mediante la aplicación de la estadística y redacción de la investigación.

Las descargas de aguas residuales y domesticas sin control incrementan las concentraciones de contaminantes en los cuerpos superficiales que implica una alteración perjudicial al medio y preciso mencionar que en áreas rurales la situación empeora. Actualmente, existen muchas enfermedades derivadas de la falta de calidad del agua, producto de la contaminación de la misma que influye en la salud pública.

Por este motivo se plantea la siguiente investigación a fin de conocer el incremento del nitrógeno amoniacal empleando sedimentadores primarios (tanques sépticos) en función de diferentes condiciones hidráulicas de manera que se pueda evaluar la influencia de las características físicas sobre los procesos biológicos en el tratamiento con respecto a este contaminante que afecta gravemente a los niveles de oxígeno de los cuerpos receptores y la emisión de sustancias derivadas a sus reacciones.

Obteniendo como resultados una variación no significativa para los parámetros de temperatura, ph, caudal de ingreso, turbiedad y tiempo de retención entre las unidades de análisis. Por otro lado, el Nitrogeno amoniacal presento una tendencia de remoción del mismo. Concluyendo finalmente que incremento del nitrógeno amoniacal en las aguas residuales domesticas no está influenciada por las relación de superficie largo y ancho de los tanques sépticos, pero se observo una remocion promedio del nitrogeno amoniacal del 25.275 % con una generación promedio de lodos de 1568.575 l/año y con un tiempo de retención promedio de 0.22 dias.

Palabras clave: tanque séptico, nitrógeno amoniacal, dimensiones hidráulicas.

ABSTRACT

The objective of this research is to determine the increase in ammonia nitrogen in domestic wastewater using primary settlers in function of different hydraulic conditions (length / width ratio) in Andean climates, in Tuyu Ruri -Marcara.

The investigation has been structured in 3 processes, the process of implementation of the treatment system. Followed by the process of taking samples and field and laboratory analysis. To finally describe and analyze the data through the application of statistics and research writing.

Uncontrolled sewage and domestic water discharges increase the concentrations of pollutants in surface bodies, which implies a harmful alteration to the environment and it should be mentioned that in rural areas the situation worsens. Currently, there are many diseases derived from the lack of water quality, product of the contamination of the same that influences public health.

For this reason, the following research is proposed in order to know the increase in ammonia nitrogen using primary settlers (septic tanks) depending on different hydraulic conditions so that the influence of the physical characteristics on the biological processes in the treatment with Regarding this pollutant that seriously affects the oxygen levels of the receptor bodies and the emission of substances derived from their reactions.

Obtaining as results a non-significant variation for the parameters of temperature, pH, flow rate, turbidity and retention time between the analysis units. On the other hand, ammoniacal nitrogen presented a tendency to remove it. Finally concluding that the increase in ammonia nitrogen in domestic wastewater is not influenced by the ratio of surface length and width of the septic tanks, but an average removal of ammonia nitrogen of 25.275% was observed with an average generation of sludge of 1568.575 l / year and with an average retention time of 0.22 days.

Keywords: septic tank, ammonia nitrogen, hydraulic dimensions

I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial más del 80% de las aguas residuales del mundo se vierten en el ambiente sin tratamiento, una cifra que alcanza 95% en algunos países menos desarrollados. (United Nations Environmet, 2019). En américa latina prácticamente se duplicó la tasa de cobertura de los tratamientos de aguas residuales urbanas desde fines de la década de 1990 y se estima que alcanzó entre un 20% al 2013 y un 30% al 2015 de las aguas residuales recolectadas en los sistemas de alcantarillado urbano. (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 2017) . Esto sin incluir zonas rurales donde el acceso a este tipo de servicios es limitado. En el Perú en el 2014 se generaba aproximadamente 2 217 946 m3 por día de aguas residuales descargadas a la red de alcantarillado de las EPS Saneamiento. De las cuales sólo el 32% de estas recibía tratamiento. (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental 2014)

La descarga de aguas residuales sin tratamiento alguno a los cuerpos de agua o suelos generan problemas al ambiente y a la salud de los seres vivos, esto por la contaminación que contrae una mala disposición de estas, uno de los efectos que se observan es el incremento de concentración de nitrógeno amoniacal en el ambiente y además por el ciclo que sigue el nitrógeno al estar el contacto con el ambiente terminan transformándose en otras sustancias generando más problemas al medio que los recibe. Es por ello que el problema general de esta investigación es ¿Las condiciones hidráulicas de un sedimentador primario influenciaran en el incremento de nitrógeno amoniacal de las aguas residuales en climas andinos-tuyururi?, la hipótesis de investigación es que el incremento del nitrógeno amoniacal en las aguas residuales domesticas en un sedimentador primario está influenciado por las condiciones hidráulicas (largo y ancho) y por lo que el objetivo general es determinar el incremento del nitrógeno amoniacal en las aguas residuales domesticas utilizando un sedimentador primario en función de diferentes condiciones hidráulicas en climas andinos. Teniendo como alcances la investigación solo la evaluación en tanques sépticos al ser

sedimentadores primarios de uso común en zonas rurales o viviendas sin acceso a red de alcantarillado.

Para llevar a cabo la investigación el trabajo se ha estructurado en 6 capítulos. En el capítulo I “Introducción” se plantean los objetivos, hipótesis y variables. En el capítulo II “Marco Teórico” se efectuará el desarrollo de la realidad de la problemática, antecedentes, bases teóricas y se definirán términos que se utilizarán en la investigación. En el capítulo III “Marco metodológico” se realizará el diseño metodológico en donde se describirán el tipo de investigación, el diseño de investigación, la metodología para el desarrollo de la investigación, las técnicas e instrumentos, se definirá la población, muestra y se especificará el plan de procesamiento y análisis estadístico de la información. En el capítulo IV “Resultados” se presenta todos los resultados mediante gráficos estadísticos e información de las mismas. En el capítulo V “Discusiones” se evaluará los resultados obtenidos y se contrastará con la información disponible como antecedentes y marco teórico. En el capítulo VI “Conclusiones” se responderá las preguntas de investigación formuladas en base a información obtenida por la investigación y finalmente en el capítulo VII “Referencias bibliografías” se referenciará todos los trabajos empleados para guiar la investigación.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo General:

Determinar el incremento del nitrógeno amoniacal en las aguas residuales domesticas utilizando un sedimentador primario en función de diferentes condiciones hidráulicas en climas andinos, en Tuyu Ruri -Marcara.

1.1.2. Objetivos Específicos:

- Realizar la caracterización del agua residual que ingresa al centro experimental de Tuyu Ruri al área de sistemas de tratamiento piloto de aguas residuales.
- Describir el comportamiento de la temperatura, pH, caudal, tiempo de retención, turbiedad y oxigeno disuelto en el efluente y afluente de los sedimentadores primarios.
- Evaluar el comportamiento del incremento de N-amoniacal del afluente y efluente de los sedimentadores primarios a diferentes condiciones hidráulicas.

1.2. Hipótesis

1.2.1. Hipótesis de Investigación

El incremento del nitrógeno amoniacal en las aguas residuales domesticas en un sedimentador primario está influenciado por las condiciones hidráulicas (largo y ancho) en climas andinos-Tuyu, Marcara.

1.2.2. Hipótesis especificas

- Hipótesis especifica 01: El comportamiento de la temperatura, pH y caudal, en el tratamiento del efluente y afluente de los sedimentadores primarios presenta mínima variación.
- Hipótesis especifica 02: El comportamiento del N-amoniacal en los sedimentadores primarios tendrá un incremento positivo debido a ser unidades anaerobias y por el hidrolisis de la urea.

1.3. Variables

1.3.1. Variable dependiente:

Según (Hernández Sampieri et al., 2014) al efecto provocado por la manipulación sobre una o más variables se le denomina variable dependiente (consecuente).
Para la presente investigación la variable dependiente será, el incremento del N- amoniacal en el tratamiento de las aguas residuales.

1.3.2. Variable independiente

Según (Hernández Sampieri et al., 2014)La variable independiente es la que se considera como supuesta causa en una relación entre variables, es la condición antecedente.

Es por ello que para la presente investigación la variable independiente será, los sedimentadores primarios (tanque séptico) para diferentes condiciones hidráulicas (relación largo y ancho) en el dimensionamiento de las unidades.

1.4. Operacionalización de Variables

Tabla N° 1 Cuadro de Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN	TIPO DE VARIABLE
INDEPENDIENTE						
Sedimentadores primarios (tanque séptico) para diferentes condiciones hidráulicas (relación largo / ancho).	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 (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2006)	La capacidad de un tanque séptico se determina con base a la población servida o con base en el caudal del afluente y el tiempo de retención.(Romero Rojas, 2000a)	Tanque de sedimentación	Caudal de operación	Litros por segundo (l/s)	Numérica-Continua
				Tiempo de retención	Dias (d)	Numérica-Continua
				Relación largo /ancho	Razón	Categórica
				Turbiedad	UNT	Numérica-Continua
DEPENDIENTE						
Incremento del nitrógeno amoniacal	Se origina de la degradación del nitrógeno orgánico y, este a su vez, por acción bacteriana, se va oxidando gradualmente a nitritos y finalmente a nitratos. (González, 2013)	Constituyentes físicos, químicos y biológicos de las aguas residuales, los contaminantes más importantes de cara al tratamiento de las aguas.(Metcalf & Eddy, 1995a)	Características de las aguas residuales	Nitrogeno amoniacal (N-NH4)	Laboratorio mg/l NH4-N	Numérica-Continua
				Temperatura	Campo: °C	Numérica-Continua
				Escala pH	Campo: (0-14)	Numérica-Continua
				Oxigeno disuelto	Campo (mg/l)	Numérica-Continua

1.5. Alcances

1.5.1. Delimitación espacial

La investigación se desarrolló en el centro experimental de tuyu de la universidad ubicado en el centro poblado de tuyu del distrito de marcara.

1.5.2. Delimitación temporal

La investigación esta comprendía por 4 meses comprendidos desde 22/11/2019 al 11/01/2020.

1.5.3. Delimitación conceptual

Tratamiento de aguas residuales mediante sedimentadores primarios (tanques sépticos) en zona rural.

1.6. Limitaciones

- El ingreso de agua a las unidades de tratamiento no era constante esto por dos motivos, el primero influenciado directamente por la ubicación donde se desarrolla el experimento al ser un área rural y el segundo por las condiciones de operación del sistema, el ingreso de aguas residuales era obstruido por el material sedimentable al ser estructuras pequeñas (prototipos) por lo que requería la permanecía de un operador.
- Se elaboró el plan de tesis en función a un cronograma de un año para la presentación final del proyecto desde su aprobación.
- Durante las primeras 7 semanas el sistema tenía un sistema de recirculación mediante bombeo, debido a que no se contaba con el permiso de los propietarios de los terrenos colindantes al centro experimental, se presentaron problemas para la operación del sistema de bombeo por la ubicación de la cisterna debido al nivel freático y el inestable fluido eléctrico del centro experimental.
- La energía eléctrica no era constante esto influyo directamente en la operación del sistema y para el proceso de análisis.
- Para el análisis del nitrógeno amoniacal se utilizó el método de la nesslerizacion directa debido a los materiales y equipos con los cuales se contaban, todos los reactivos utilizados fueron adquiridos por el tesista y para el manejo de los reactivos no todos son comerciales.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Realidad de la problemática

Según Romero Rojas (2000) Se denomina tratamientos primarios de sedimentación aquellos que reciben aguas residuales crudas, generalmente antes del tratamiento biológico secundario. Estos tanques pueden ser rectangulares o circulares.

Según González (2013) El nitrógeno amoniacal, se origina de la degradación del nitrógeno orgánico y, este a su vez, por acción bacteriana, se va oxidando gradualmente a nitritos y finalmente a nitratos. En condiciones normales la fuente de nitrógeno amoniacal en aguas superficiales proviene de la degradación natural de la materia orgánica presente en la naturaleza. Es uno de los componentes transitorios en el agua, porque es parte del ciclo del nitrógeno, y se ve influido por la actividad biológica.

A nivel mundial más del 80% de las aguas residuales del mundo se vierten en el ambiente sin tratamiento, una cifra que alcanza 95% en algunos países menos desarrollados. Hoy día, solo 26% de los servicios urbanos y 34% de los servicios rurales de saneamiento y aguas residuales previenen efectivamente el contacto humano con las excretas en toda la cadena de saneamiento y, por tanto, pueden considerarse seguros. (United Nations Environmet, 2019).

En américa latina prácticamente se duplicó la tasa de cobertura de los tratamientos de aguas residuales urbanas desde fines de la década de 1990 y se estima que alcanzó entre un 20% al 2013 y un 30% al 2015 de las aguas residuales recolectadas en los sistemas de alcantarillado urbano. Las principales tecnologías utilizadas (cerca del 80% tanto en términos de cantidad de instalaciones como en volumen de agua tratada) son los estanques de estabilización, lodos activados y reactores anaeróbicos de flujo ascendente y manto de lodos.(Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 2017)

En el Perú en el 2014 se generaba aproximadamente 2 217 946 m3 por día de aguas residuales descargadas a la red de alcantarillado de las EPS Saneamiento. Sólo el 32% de estas recibía tratamiento. (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental 2014)

Esto se debe principalmente a la insuficiente investigación, desarrollo tecnológico y recursos destinados a la operación y mantenimiento de las PTAR, déficit de financiamiento para el tratamiento de las aguas residuales. (Superintendencia Nacional de Servicios y Saneamiento 2008) .

Según SUNASS (2015) solo 15 PTAR administradas por entidades prestadoras a nivel nacional utilizan los siguientes sedimentadores primarios como son los tanques sépticos, tanques imhoff y otro sedimentador primarios, teniendo mayor aplicación los tanques imhoff.

Las descargas de aguas residuales y domesticas sin control incrementan las concentraciones de contaminantes en los cuerpos superficiales que implica una alteración perjudicial al medio y preciso mencionar que en áreas rurales la situación empeora. Actualmente, existen muchas enfermedades derivadas de la falta de calidad del agua, producto de la contaminación de la misma que influye en la salud pública.

Por este motivo se plantea la siguiente investigación a fin de conocer el incremento del nitrógeno amoniacal empleando sedimentadores primarios (tanques sépticos) en el centro experimental de tuyu de la Unasam perteneciente al centro poblado de tuyu, marcara en función de diferentes condiciones hidráulicas de manera que se pueda evaluar la influencia de las características físicas sobre los procesos biológicos en el tratamiento con respecto a este compuesto químico que afecta gravemente a los niveles de oxígeno de los cuerpos receptores y la emisión de sustancias derivadas a sus reacciones.

Ante lo expuesto se formula la pregunta, ¿Las condiciones hidráulicas de un sedimentador primario influenciaran en el incremento de nitrógeno amoniacal de las aguas residuales en climas andinos-tuyururi?

2.2. Antecedentes y fundamentación científica, técnica o humanística

2.2.1. Antecedentes Internacionales

En la investigación realizada por Sinnatamby y Duncan (1986), EE.UU, denominada "Rational design of septic tanks in warm climates" teniendo como objetivo general describir las condiciones adecuadas para el diseño de tanques sépticos en climas cálidos. La metodología empleada consistió en la recopilación de información de sistemas sépticos ya construidos en climas templados y recopilada por otros autores a fin de comparar y establecer las condiciones más adecuadas para el diseño en climas cálidos. Obteniendo como resultados que el tiempo de retención es inversamente proporcional a la población atendida, 48 hr (1-5 hab), 24 hr (5-25 hab), 18 hr (25-50 hab). Concluyendo finalmente que, a pesar de la gran cantidad de literatura sobre el tema de las fosas sépticas, comparativamente poco se sabe sobre su desempeño en climas cálidos. Los efectos del aumento temperatura, y consecuentemente del aumento de la siembra del sobrenadante con biomasa mejorar el rendimiento del tanque séptico en climas cálidos, por lo que requieren un menor volumen por hogar y son en consecuencia más rentables.

En la tesis realizada por Serrano Salas (2005), Costa rica; denominada "Evaluación ambiental y sanitaria de dos sistemas individuales de tratamiento de aguas residuales domesticas mediante la construcción de prototipos a escala natural", teniendo como objetivo específico 04 determinar las eficiencias de remoción de contaminantes de ambos sistemas, mediante un proceso de muestreo y análisis fisicoquímico. La metodología empleada fue evaluar unidades ya construidas, evaluar sus diseños de dimensionamiento y realizar análisis de laboratorio para el afluente y efluente de las unidades de tratamiento, obteniendo como resultados para el sistema de TS+FAFA, para el afluente y efluente del tanque séptico (relación 1:3) con tiempo de retención de 4 dias respectivamente valores promedio de ph de 7.69 y 7.38 , NH4 53.4 y 20.8 mg/l con una eficiencia de remoción del mismo del 36%, por otro lado para el sistema TS+Filtro percolador, para el afluente y efluente del tanque séptico (relación 1:3) con tiempo de retención de 1.6 dias respectivamente valores promedio de ph de 8.32 y 7.02 , NH4 70.1 y 41.6 mg/l con una eficiencia de remoción del mismo del 44%. Concluyendo finalmente para los tanques sépticos que cumplen con los códigos elegidos para su evaluación en requerimientos de volumen, dimensiones, profundidad mínima y condiciones de calidad.

En la investigación realizada por Ríos Montes (2009),Bolivia; denominada "Disminución de la carga contaminante orgánica del efluente de las cámaras sépticas utilizadas en el tratamiento de aguas residuales domesticas en la ciudad de Santa Cruz de la Sierra", teniendo como objetivo general disminuir la carga contaminante orgánica del efluente de las cámaras sépticas utilizadas en la ciudad de Santa Cruz de la Sierra mediante la implementación de una unidad de tratamiento complementaria que sea adecuada al medio. La metodología empleada consistió en el análisis puntual de los efluentes y afluentes de las unidades de tratamiento, obteniendo como resultado en la cámara séptica la reducción del nitrógeno amoniacal en valores numéricos de ingreso 195.19 mg/l y 174.38 mg/l de salida. Concluyendo finalmente que la eficiencia de remoción de la materia orgánica de la CS expresada como Sólidos en Suspensión fue de 68.65%, valor que se encuentra dentro de los rangos mencionados por diversos autores. En lo que respecta a la remoción de DBO, la eficiencia alcanzada fue 24.12 %, menor a la mencionada por diversos autores, esto se debe a que el proceso de digestión anaerobia no se realiza de manera adecuada, debido fundamentalmente a las variaciones y sobrecargas de materia orgánica y valores altos del pH del afluente, presentando también un aumento de las grasas y aceites en el efluente. La remoción de fósforo y nitrógeno fue nula. Es importante mencionar que esta conclusión engloba todo el sistema que comprende una cámara séptica y un filtro anaerobio de flujo ascendente.

En la investigación realizada por Fernández, Garrido, y Coda (2008) ,Barcelona; denominada "Eliminación del nitrógeno amoniacal en aguas residuales sanitarias" teniendo como objetivo desarrollar un tratamiento sencillo, efectivo y asequible para situar el parámetro de la concentración de NH4+ dentro de la normativa vigente. La metodología que se utilizó consistía en la realización de experimentos en prototipos con muestras de 25 ml de micción diluida en agua al 10 % en matraces de erlen meyer a los cuales se les saturo con oxígeno disuelto para evaluar el proceso aerobio en la oxidación del nitrógeno amoniacal y los resultados obtenidos durante los cinco días que ha durado el experimento demuestran cómo la concentración de nitrógeno amoniacal ha descendido paulatinamente con el paso de los días, incluso por debajo del valor inicial en las muestras. Este hecho es muy relevante, y demuestra que la aplicación de aire al medio ha sido eficaz como tratamiento inhibidor de la reacción de descomposición de la urea. Las conclusiones indican que los resultados obtenidos son satisfactorios por cuanto se ha conseguido el objetivo perseguido: evitar la

formación de nitrógeno amoniacal en los medios experimentados que han simulado la composición de aguas residuales sanitarias. De alguna forma, se puede considerar que los resultados incluso han superado las expectativas, ya que se ha conseguido no sólo eliminar el amonio que se forma por la degradación de la urea, sino la reducción del NH4+ que había inicialmente, manteniéndose estable el pH.

En la investigación realizada por Garzón Zúñiga, González Zurita y García Barrios 2016), México; denominada "Evaluación de un sistema de tratamiento doméstico para reúso de agua residual" teniendo como objetivo evaluar un sistema de tratamiento domiciliario, fácil y económico de operar y mantener, que consta de una fosa séptica de 1100 l (tinaco) de volumen útil, un biofiltro cilíndrico de 0.45 m de diámetro y una altura de 2 metros y un humedal de longitud de 7 m ,construido y operados en serie, la metodología empleada consistió en el análisis del sistema a diferentes condiciones de caudal de aguas residuales (0.1, 0.2, 0.4 m3/dia), teniendo los siguientes resultados para el nitrógeno amoniacal (N-NH4+), para un caudal de 0,1 m3/d se observó una remoción del 12.67% , para un caudal de 0,2 m3/d un incremento de 9.21% y para un caudal de 0.4 m3/d una remoción del 1.36 %. Para cada ensayo se realizaron 8 muestreos. Concluyendo finalmente que los resultados demostraron que el sistema presentó un buen desempeño al aplicar los dos caudales (0.2 m3/d y 0.4 m3/d), pero la calidad del efluente que se obtuvo al aplicar el menor (DQO ≤ 44 ± 12 mg/L; DBO5 ≤ 24 mg/L, P-PO4 –3·< 5 mg/L, N-NH4+·≤ 3.77 ± 3.3 mg/L, G y A ≤ 4.8 mg/L, HH = 0 y CF = 1.1 E+02 NMP/100mL) cumplió para los parámetros evaluados con la norma mexicana (NOM-003-ECOL-1997).

En la investigación realizada por Daija et al. (2016), Estonia; denominada "The influence of lower temperature, influent fluctuations and long retention time on the performance of an upflow mode laboratory-scale septic tank" teniendo como como uno de sus objetivos evaluar el comportamiento de operación para diferentes condiciones de temperatura en el tanque séptico, la metodología empleada consistió en la implementación de un tanque séptico de flujo ascendente de poliglass con relación altura > largo y ancho al cual se le acondiciono con láminas de plexiglás para aislar la acción de temperaturas externas, además a este se le coloco tubos para la captación de cualquier gas emanado por el sistema séptico este sistema tuvo 2 tiempos de retención 36 dias y 50 dias, teniendo estos

resultados para el NH4 que la variación de este parámetro en función de la temperatura fueron estadísticamente no significativo entre las T de 10 y 15 C°; sin embargo, entre los pares 5 y 10˚C , 5 y 15˚C° se observaron p valores < 0.05. Esto confirmó que la eliminación de nitrógeno, incluida la nitrificación y la desnitrificación, es sensible a temperaturas más bajas (26% de eliminación a 5 ° C en comparación con 31% a 15 ° C), en general las variaciones en la eficiencia de eliminación estuvieron en el rango de 22 a 32%. Por otro lado, el TRH no se correlaciono con la remoción del NH4. Concluyendo finalmente que la temperatura de operación del tanque séptico no tiene influencia estadísticamente significativa para algunos parámetros, pero en algunos se observa una diferencia en la efectividad del tratamiento.

2.2.2. Antecedentes Nacionales

En la tesis realizada por Sánchez Rojas (2016) Perú; denominada "Eficiencia de remoción de nitrógeno en un sistema unifamiliar de tanque séptico más filtro percolador", teniendo como objetivo general Determinar la eficiencia de remoción de nitrógeno en un sistema unifamiliar de tanque séptico con relación a/b (1:2.42) más filtro percolador y uno de sus objetivos específicos determinar la concentración de nitritos, nitratos y nitrógeno amoniacal en los tres puntos de monitoreo el tanque séptico más filtro percolador, la metodología empleada consistió en 4 monitoreos puntuales (efluente y afluente) del sistema de tratamiento. El resultado obtenido se observa que la concentración más baja de nitrógeno amoniacal se presentó en el afluente del tanque séptico del segundo monitoreo con un valor de 159.95 NH4 + - N mg/l, en tanto la concentración más alta fue 334.26 NH4+ - N mg/l presentándose en el efluente del filtro percolador del primer monitoreo, en el primer, tercer y cuarto monitoreo se observa que los niveles de concentración van en aumento iniciando en el ATS, luego ETS y EFP, por otro lado la temperatura promedio por cada punto de monitoreo es de 16.75 °C y un valor promedio menor a 0.3 mg/l para el oxígeno. Concluyendo finalmente que la eficiencia del sistema de tratamiento tanque séptico más filtro percolador presenta eficiencia nula en la remoción de nitrógeno amoniacal, dejando un nivel elevado entre 159.95 y 363.53 NH4-N mg/l y que la temperatura se encuentra dentro del rango establecido para el desarrollo de los procesos biológicos.

En la tesis realizada por Vela Rios (2019) Perú; denominada "Eficiencia de un Tanque Imhoff-HA a escala, para mejorar la calidad de las aguas servidas municipales del

distrito de Habana, Moyobamba", teniendo como objetivo general determinar la eficiencia de un tanque imhoff-HA a escala, para mejorar la calidad de las aguas servidas municipales del distrito de Habana, Moyobamba, la metodología empleada es el diseño y la implementación de las unidades de tratamiento y un análisis de 5 muestreos de diversos parámetros para evaluar su eficiencia. Teniendo como resultados para el Ph oscilan entre 7.12 y 7.00 según la caracterización de aguas residuales, la remoción promedio de turbiedad fue de 45,93 %, el nitrato presenta concentraciones registradas en los 5 muestreos muestran un comportamiento menos de 1 mg/l tanto en el afluente que van desde 0.31 mg/l hasta 0.07 mg/l; en el afluente 1 con valores que van desde 0.25 mg/la 0.05 mg/l; en el efluente 2 con un valor de 0.23 mg/l a 0.04 mg/l; lo que evidencia que la remoción se encuentra en condiciones anaerobias (ausencia de oxígeno), dando lugar al proceso de desnitrificación. Concluyendo finalmente El sistema integrado por dos unidades experimentales a escala, un tanque inhoff y un humedal; por su alta eficiencia, bajos costos, facilidad en su operación y mantenimiento, son aptos en zonas rurales que carezcan de redes de alcantarillado público.

2.2.3. Antecedentes Locales

En la tesis realizada por Castillejo Lopez y Aquiño Mariluz (2017), Perú; denominada "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*"*, teniendo como metodología el análisis de todo el sistema afín de determinar el rendimiento del proceso, los resultados permitieron observar la eficiencia del tanque séptico como parte de análisis previo y en relación a la remoción de nitrógeno amoniacal NH4-N es nula, se observa un incremento en valores numéricos de un ingreso de 10.6 mg/l y una salida del sistema de 11.48 mg/l. Se debe considerar que la presente investigación solo realizo un monitoreo para conocer la eficiencia del tanque séptico.

2.3. Bases Teóricas

2.3.1. Sedimentador primario

Se denomina tratamientos primarios de sedimentación aquellos que reciben aguas residuales crudas, generalmente antes del tratamiento biológico. Estos tanques pueden ser rectangulares o circulares. (Romero Rojas 2000)

Según Gómez (2000) denominado también clarificador primario, tiene como objetivo la remoción de solidos suspendidos en principios de separación hidráulica, la biooxidación se considera despreciable. Este tratamiento es de fácil operación y bajo costo, pero su eficiencia es baja lo cual significa que en algunos casos no se logran alcanzar las normas de calidad de agua establecidas para efluentes residuales.

El tanque séptico es la unidad en donde se separa la parte sólida de las aguas servidas por un proceso de sedimentación simple; en su interior sucede un proceso séptico, que es la estabilización de la materia orgánica por acción de las bacterias anaerobias, convirtiéndola entonces en lodo inofensivo.(Crites & Tchobanoglous, 2020)

Según Romero Rojas (2000) el tanque séptico se caracteriza porque en él la sedimentación y la digestión ocurren dentro del mismo tanque. Son utilizados para acondicionar aguas residuales para su disposición subsuperficial en lugares donde no existen sistemas de alcantarillado sanitario debido a que tienen las siguientes características:

- Eliminan solidos suspendidos y material flotante.
- Realizan el tratamiento anaerobio de los lodos sedimentados.
- Almacenan lodos y material flotante.

2.3.1.1. Capacidad de los tanques sépticos

La capacidad total de un tanque séptico se determina de diferentes maneras con bases en la población servida o con la base en el caudal afluente y el tipo de retención. La experiencia ha demostrado que para obtener una sedimentación efectiva y un periodo de desenlode apropiado, el tiempo de retención del tanque debe ser de uno a tres días. La frecuencia de limpieza se puede calcular suponiendo una capacidad para lodos de un tercio del volumen del tanque y una tasa de acumulación de 0,04 cm3 por persona servida por año. (Organización Panamericana de la Salud y Centro panamericano de ingeniería sanitaria y ciencias del ambiente 2005)

Los principios que han de orientar el diseño de un tanque séptico son los siguientes:

- Prever un tiempo de retención de las aguas servidas, en el tanque séptico, suficiente para la separación de los sólidos y la estabilización de los líquidos.
- Prever condiciones de estabilidad hidráulica para una eficiente sedimentación y flotación de sólidos.
- Asegurar que el tanque sea lo bastante grande para la acumulación de los lodos y espuma.
- Prevenir las obstrucciones y asegurar la adecuada ventilación de los gases. (Organización Panamericana de la Salud y Centro panamericano de ingeniería sanitaria y ciencias del ambiente 2005)

2.3.1.2. Caudal de aguas residuales

La determinación de los caudales de agua residual a eliminar de una determinada población es fundamental a la hora de proyectar las instalaciones para su recogida, tratamiento y evaluación. En aquellos casos en los que los datos sobre caudales sean escasos o inexistentes, es preciso estimarlos partiendo de otras fuentes de información que guarden estrecha relación con los mismos, como puede ser el caso de los datos sobre consumo de agua.(Metcalf & Eddy, 1995a)

2.3.1.3. Diseño de tanque Séptico

a) Volumen del tanque séptico

- El volumen requerido para la sedimentación Vs. en m3 se calcula mediante la fórmula:

$$Vs = 10^{-3}(P.q).PR$$

- Se debe considerar un volumen de digestión y almacenamiento de lodos (Vd, en m³) basado en un requerimiento anual de 70 litros por persona que se calculará mediante la fórmula:

$$Vd = 70.10^{-3}(P.N)$$

Donde:

N: Es el intervalo deseado; en años, entre operaciones sucesivas de remoción de lodos. El tiempo mínimo de remoción de lodos es de 1 año.

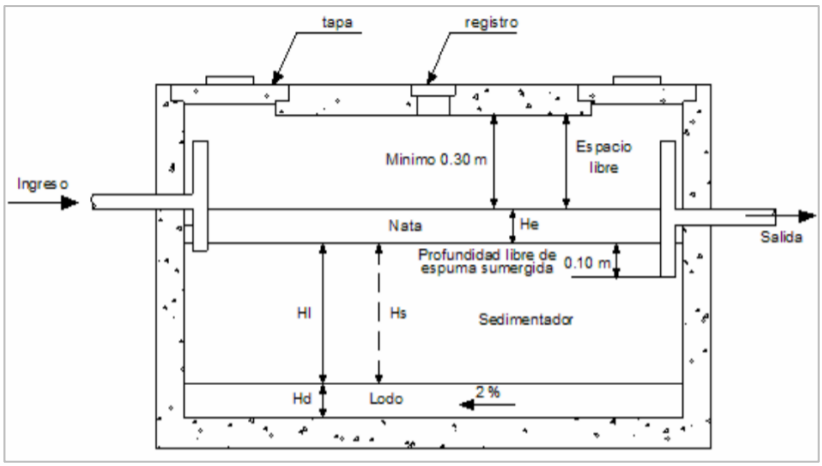
b) Dimensiones

- 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 m^3.
- Ningún tanque séptico se diseñará para un caudal superior a los 20 m^3/día. Cuando el volumen de líquidos a tratar en un día sea superior a los 20 m^3 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

(Reglamento Nacional de Edificaciones, 2006)

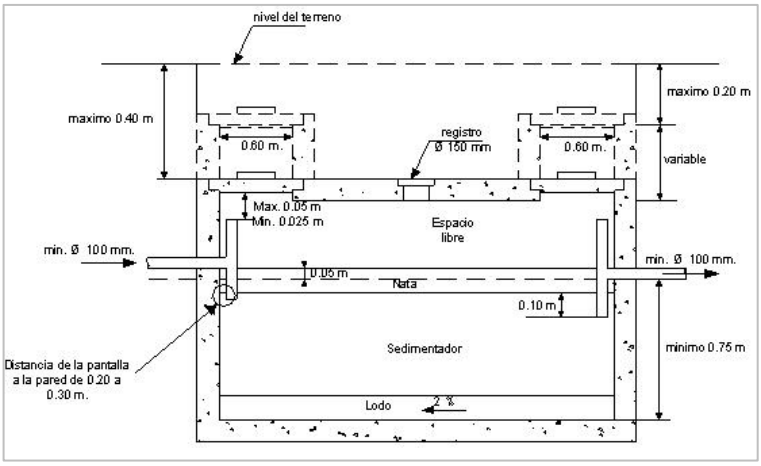
- El buen funcionamiento de estos tanques sépticos sigue los principios básicos de la sedimentación, debiéndose entonces guardar entre otras razones, una relación de 1:3 entre el ancho y la longitud de la unidad que se construya. (Escalante, 2005).

Imagen 1 Tanque Séptico



Fuente: (OPS/CEPIS 2005)

Imagen 2 Dimensiones del tanque Séptico



Fuente: (OPS/CEPIS 2005).

2.3.1.4. Tiempo de retención

El tiempo de retención hidráulico es el tiempo que una unidad de fluido permanece en una unidad, es decir, el tiempo que tarda en salir las aguas residuales que ingresar a una unidad de tratamiento.

Tabla N° 2 Recomendaciones para el tiempo de retención

Ciudad	Capacidad mínima de AA.RR (m3)	Compartimentos	Tiempo de detención (dias)
Bélgica	1.25	2	2
Filandria	1.02	1 – 2	1 – 2
Francia	1.70 – 2.27	1 – 3	5 – 10
Alemania	2.46	3	5 – 10
Gran Bretaña	2.46	1 o 2	2 – 4
Grecia	2.38	2	-
Italia	-	3	3
Suiza	3.33	3	3 – 4
EE.UU	1.90	2	2 – 3

Fuente: Adaptado de (Polprasert & Rajput, 1982)

Según Reglamento Nacional de Edificaciones (2006) El periodo de retención hidráulica mínima a considerar es de 6 horas.

2.3.1.5. Rendimiento de un tanque séptico

Tabla N° 3 Concentraciones de efluentes del tanque séptico y porcentaje eliminado

Parámetro	Valor mg/l , exceptuando algunos parámetros	Porcentaje de remoción
Ph	7.1	--
Oxigeno disuelto	0	--
DBO	160	27
DQO	323	47
Carbon orgánico total	129	46
Fosforo total	18	40
Fosfatos	34	240 incremento
Solidos Totales	378	46
Solidos suspendido totals	90	70
Nitrogeno Total	32	8
Nitrogeno amoniacal	27	8 incremento
Nitrogeno organico	8	20
Nitrato	0.14	incremento
Nitrito	0.061	incremento

Fuente: Adaptado de (Polprasert & Rajput, 1982)

2.3.2. Características del agua residual

Según (Metcalf & Eddy 1995) las aguas residuales se caracterizan por su composición física, química y biológica. En el cuadro n° 01 se observan las principales propiedades físicas del agua residual, así como sus principales constituyentes químicos, biológicos y su procedencia. Asimismo, según (Romero Rojas 2000) toda caracterización de aguas residuales implica un programa de muestreo apropiado para asegurar la representatividad de la muestra a fin que se asegure la precisión y exactitud de los resultados.

Tabla N° 4: Características físicas, químicas y biológicas del agua residual y su procedencia.

Características	**Procedencia**
Propiedades físicas	
Color	Aguas residuales domésticas, degradación natural de materia orgánica.
Olor	Agua Residual en descomposición
Solidos	Agua de suministro, agua residual domesticas e industriales, erosión de suelo, infiltración y conexiones incontroladas.
Temperatura	Aguas residuales domesticas e industriales
Constituyentes químicos	
Orgánicos	
Carbohidratos	Aguas residuales domésticas, industriales, comerciales
Grasas animales, aceites y grasa	Aguas residuales domésticas, industriales, comerciales
Fenoles	Aguas residuales domésticas, industriales, comerciales
Compuestos orgánico volátiles	Aguas residuales domésticas, industriales, comerciales
Inorgánicos	
Alcalinidad	Aguas residuales domésticas, aguas de suministro, infiltración de agua subterránea
Cloruros	Aguas residuales domésticas, aguas de suministro, infiltración de agua subterránea
Metales Pesados	Vertidos industriales
Nitrógeno	Residuos agrícolas, aguas residuales domesticas
pH	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales
Fosforo	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales, aguas de escorrentía
Gases	
Sulfuro de Hidrogeno	Descomposición de residuos domésticos
Metano	Descomposición de residuos domésticos
Constituyentes Biológicos	
Animales	Cursos de agua y plantas de tratamiento
Plantas	Cursos de agua y plantas de tratamiento
Protistas	Aguas residuales domésticas, infiltración de agua superficial, plantas de tratamiento
Virus	Agua residual domesticas

Fuente: (Metcalf & Eddy 1995)

Tabla N° 5: Composición típica de las aguas residuales

Parámetro	Magnitud
Sólidos totales	720 mg/l
Sólidos disueltos	500 mg/l
Sólidos disueltos volátiles	200 mg/l
Sólidos suspendidos	220 mg/l
Sólidos suspendidos volátiles	165 mg/l
Sólidos sedimentables	10 mg/l
DBO	220 mg/l
COT	160 mg/l
DQO	500 mg/l
Nitrógeno total	40 mg/l -N
Nitrógeno orgánico	15 mg/l -N
Nitrógeno amoniacal	25 mg/l -N
Nitritos	0 mg/l -N
Nitratos	0 mg/l -N
Fosforo total	8 mg/l -P
Fósforo orgánico	3 mg/l -P
Fósforo inorgánico	5 mg/l -P
Cloruros	50 mg/l -Cl
Alcalinidad	100 mg/l -CaCO3
Grasas	100 mg/l -N

Fuente: (Romero Rojas 2000)

2.3.2.1. Temperatura

La temperatura del agua es un parámetro muy importante dada su influencia, tanto sobre el desarrollo de la vida acuática como sobre las reacciones químicas y velocidades de reacción, así como sobre la aptitud del agua para ciertos usos útiles. La temperatura óptima para el desarrollo de la actividad bacteriana se sitúa entre los 25 y 35 °C. Los procesos de digestión aerobio y de nitrificación se detienen cuando se alcanzan los 50° C. A temperaturas de alrededor de 15 °C, las bacterias productoras de metano cesan su actividad, mientras que las bacterias nitrificantes autótrofas dejan de actuar cuando la temperatura alcanza valores cercanos a los 5° C. (Metcalf & Eddy, 1995a)

Por otro lado Ferrer Polo, Seco Torrecillas, y Robles Martínez (2018) consideran que la actividad biológica puede desarrollarse entre 10°C a 25°C mientras más cálido mejor actividad biológica.

2.3.2.2. pH

Medida de la concentración de ion hidrogeno en el agua, expresada como el logaritmo negativo de la concentración molar de ion hidrogeno. Aguas residuales en concentración adversa del ion hidrogeno son difíciles de tratar biológicamente, alteran la biota de las fuentes receptoras y eventualmente son fatales para los microorganismos. Agua con el pH menor de seis, en tratamiento biológico, favorecen el crecimiento de hongos sobre las bacterias. A pH bajo el poder bactericida del cloro es mayor, por que predomina el HOCL; a pH alto la forma predominante del nitrógeno amoniacal es la forma gaseosa no iónica (NH3), la cual es toxica, pero también removible mediante arrastre con aire, especialmente A Ph DE 10,5 A 11,5. El valor de pH adecuado para diferentes procesos de tratamiento y para la existencia de la mayoría de la vida biológica puede ser muy restrictivo y crítico, pero generalmente es de 6,5 a 8,5. (Romero Rojas 2000)

2.3.2.3. Oxígeno disuelto

El oxígeno disuelto es necesario para la respiración de los microorganismos aerobios, así como para otras formas de vida. Sim embargo, el oxígeno es solo ligeramente soluble en agua. La cantidad real de oxígeno y otros gases que puede estar presente en la solución, viene condicionada por los siguientes aspectos: solubilidad del gas presión parcial del gas en la atmosfera, temperatura y pureza del agua (salinidad, sólidos en suspensión etc.). Debido a que la velocidad de las reacciones bioquímicas que consumen oxigeno aumenta con la temperatura, los niveles de oxígeno disuelto tienden a ser más críticos en las épocas estivales.(Metcalf & Eddy 1995)

Tabla N° 6 Niveles de oxígeno disuelto para los procesos biológicos

Autor	Oxígeno disuelto necesario
Metcalf & Eddy (1995)	2 mg/l
Romero Rojas (2000)	1 mg/l
Russell (2012)	4 mg/l

2.3.2.4. Nitrógeno Amoniacal

El nitrógeno presente en el medio acuático puede existir en cuatro formas diferentes:

- Nitrógeno orgánico.
- Nitrógeno amoniacal.
- Compuesto en forma de nitritos.
- Compuestos en forma de nitratos.

En un agua residual sin tratar están presentes las dos primeras. La descomposición por las bacterias transforma fácilmente el nitrógeno orgánico en amoniacal en la cantidad relativa de amoníaco presente es un indicativo de la edad del agua residual. (Ambientum 2002).

La forma predominante del nitrógeno en aguas residuales domesticas frescas es el nitrógeno orgánico; las bacterias rápidamente descomponen el nitrógeno orgánico en nitrógeno amoniacal, si el medio es aerobio, en nitritos y nitratos. (Romero Rojas 2000).

Se considera nitrógeno amoniacal todo el nitrógeno existente en solución como amoniaco o como ion amonio, dependiendo del pH de la solución.

$$NH_3 + H_2O = NH_4 + OH$$

La ecuación anterior indica que el amoniaco produce una solución básica cuando se disuelve en agua; sin embargo, a pH menor de 9 predomina el ion amonio. La forma toxica del nitrógeno amoniacal es la no ionizada (NH_3); la forma iónica (NH_4); no es toxica. Por tanto, a pH bajo, una concentración relativamente alta de nitrógeno amoniacal total puede no ser toxica, puesto que solo una pequeña porción del total estará presente como NH_3 (Romero Rojas 2000).

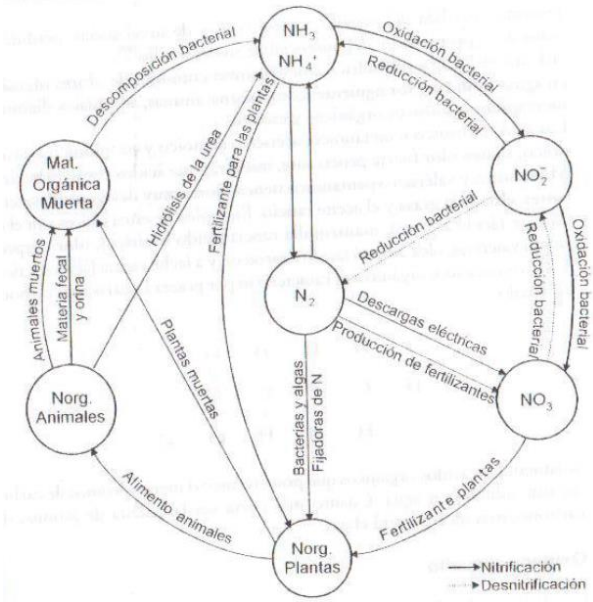
Tabla N° 7: Ciclo del nitrógeno:

DE	A
N2 Atmosférico	N orgánico
N orgánico	N amoniacal
N amoniacal	Nitrito (Nitrosoma)
Nitrito	Nitrato (Nitrobacter)
Nitrato	N2

Fuente: (Ambientum, 2002)

Según Ramalho (1996) El ion amonio NH4 se oxida a nitrito en presencia de microorganismos Nitrosomonas.

Imagen 3 Ciclo del nitrógeno



Fuente: (Romero Rojas 2000).

2.3.2.5.Proceso anoxico

La fermentación anoxico o proceso de respiración de nitrato está definida como el conjunto de reacciones de reducción del nitrato o nitrito, en las cuales estos se utilizan como aceptadores de electrones, en ausencia de oxígeno libre. El proceso también se conoce como desnitrificación anaerobia, pero como las vías principales de conversión bioquímica n son anaerobias sino una modificación de las vías aerobias, se ha considerado más apropiado denominarlo proceso anóxico (Romero Rojas 2000).

$$NO_3 \rightarrow NO_2 \rightarrow NO_{(g)} \rightarrow N_2O_{(g)} \rightarrow N_{2(g)}$$

$$Nitrato \rightarrow Nitrito \rightarrow Óxido\ nítrico \rightarrow Óxido\ nitroso \rightarrow Nitrógeno$$

(Romero Rojas 2000).

III. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo de investigación

Aplicada

La investigación tiene como objetivo solucionar un problema.

3.2. Diseño de investigación

Según el nivel de desarrollo de la investigación

Descriptivo, según Hernández Sampieri, Fernández Collado, y Baptista Lucio (2014) una investigación descriptiva busca especificar propiedades y características importantes de cualquier fenómeno que se analice. Describe tendencias de un grupo o población.

Para la presente investigación se observará y tomaran datos del afluente y efluente de los sedimentadores primarios en contexto natural sin manipularlas a fin de analizar el comportamiento de los parámetros propuestos por la investigación.

Según su enfoque

Cuantitativa, según Hernández Sampieri, Fernández Collado, y Baptista Lucio (2014) el enfoque cuantitativo Utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin establecer pautas de comportamiento y probar teorías por que se medirán y estimaran valores y se aplicaran análisis estadísticos.

Para la investigación se recolectaron datos mediante nuestros puntales a fin de analizar el comportamiento de nitrógeno amoniacal en sedimentadores primarios y para evaluar su interacción entre ellos se aplicó el método estadístico anova.

Según su grado de manipulación de la variable

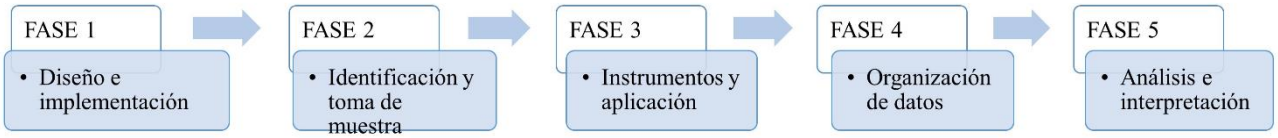
Experimental, según Hernández Sampieri, Fernández Collado, y Baptista Lucio (2014), los diseños experimentales se refiere a un estudio en el que se manipulan intencionalmente una o más variables independientes (supuestas causas antecedentes), para analizar las consecuencias que la manipulación tiene sobre una o más variables dependientes (supuestos efectos consecuentes), dentro de una situación de control para el investigador.

Para esta investigación se implementaron 4 sedimentadores primarios para diferentes condiciones hidráulicas (relación largo/ancho) y de altura constante para evaluar el incremento del nitrógeno amoniacal en el afluente y efluente.

3.3. Metodología

En este apartado se describe todas las fases que se desarrollaron en el proceso de investigación para la recolección de datos.

Imagen 4 Procedimiento desarrollado en la investigación



3.3.1. Fase 1: Diseño e implementación de los sedimentadores primarios

- **Diseño del sedimentador primario**

  Se realizó el dimensionamiento de los sedimentadores primarios (tanques sépticos) teniendo como valores constantes el caudal de diseño, el tiempo de retención y con las siguientes relaciones largo y ancho 2.0, 2.3, 2.7, 3.3 para su dimensionamiento.

Tabla N° 8 Parámetros y dimensiones de los sedimentadores primarios

Sedimentador (tanque séptico)	Población de diseño (Hab)	Dotación (l/hab/dia)	Caudal (m3/d)	Relación L/B	Largo (m)	Ancho (m)	Alto total (m)
1	19	80	1.22	2	1.27	0.65	0.75
2	19	80	1.22	2.3	1.38	0.60	0.75
3	19	80	1.22	2.7	1.50	0.55	0.75
4	19	80	1.22	3.3	1.65	0.50	0.75

- **Instalación del sedimentador primario**

  Engloba todas las actividades constructivas que se desarrollaron para la implementación del sistema de tratamiento al cual se le adiciono un vertedero triangular para unidad a fin asegurar un caudal de ingreso equitativo para cada unidad.

Imagen 5 Ubicación de los sedimentadores primarios

- **Puesta en marcha del sedimentador primario**

  Se llenó parcialmente los tanques sépticos con aguas residuales y se inoculo con lodos de otro tanque.

3.3.2. Fase 2: Identificación y toma de muestra

- **Protocolo de muestreo**
  - **Alcance y aplicación**

    El protocolo se aplicó para todos los muestreos realizados durante la investigación por el tesista.

    Metodología

    Puntos de monitoreo

    Agua residual cruda (afluente), entrada a los sedimentadores primarios

    Se ubicó en la unidad de repartición de caudal asegurándonos una zona donde no interfieran solidos de gran tamaño, esta unidad se encuentra después de una unidad de cribado.

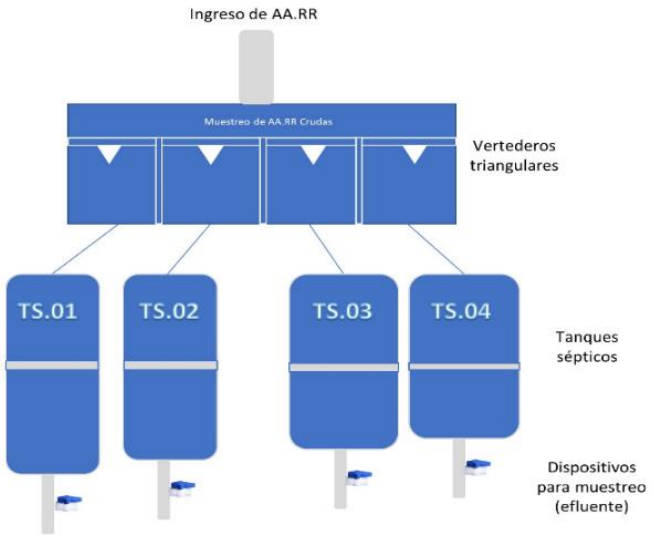
    Agua residual tratada (efluente), dispositivo de salida

    Se ubicó en los dispositivos de salida (válvula de paso) que se instalaron a salida de cada tanque séptico.

    Características de los puntos de monitoreo

    Se escogieron las zonas que aseguraran la toma de una muestra representativa de fácil acceso.

Imagen 6 Puntos de muestreo para el experimento



Parámetros

Se monitorearon los siguientes parámetros en el agua residual cruda (afluente) y en el agua residual tratada (efluente), tomando en todos los casos muestras simples

- Nitrogeno amoniacal
- pH
- Temperatura
- Oxigeno disuelto (solo en el afluente)

Frecuencia de monitoreo

La frecuencia del monitoreo para el estudio es la siguiente:

Tabla N° 9 Frecuencia de monitoreo

Frecuencia de monitoreo	Frecuencia de monitoreo de caudal
Semanal	Lecturas puntuales diarias al menos por 16 dias en dias y horarios no continuos

Desarrollo del monitoreo

El monitoreo se realizó por el propio tesista en aplicación de lo recomendado a la RM 273-2013 VIVIENDA considerando que no se debe tomar las muestras cerca de la superficie o del fondo, se debe evitar partículas grandes, sedimentos o material flotante acumulado en el punto de muestreo.

Tabla N° 10 Materiales y equipos para el monitoreos

Materiales	Equipos	Indumentaria
Ficha de registro de datos de campo	Aplicación cámara (móvil celular)	Guardapolvo
Lapicero	pH metro con función de registro de temperatura	Guantes quirúrgicos
Piceta con agua destilada	-	Lentes
Solución amortiguadora de pH	-	Mascarilla descartable
Aplicación cronometró (móvil celular)	-	-
Vaso	-	-
Frascos etiquetados	-	-

3.3.3. Fase 3: Instrumentos y aplicación sobre la muestra

Los análisis fueron realizados en el laboratorio del centro experimental de tuyu que se encuentra a 30 m aproximadamente de la zona de monitoreo, el cual fue implementado por los tesistas que emplean las instalaciones para sus investigaciones.

Tabla N° 11 Parámetros e instrumentos

Parámetro	Tipo de análisis	Instrumento
Caudal	Campo, insitu	Método volumétrico
Dimensiones	Campo, insitu	Condiciones Geométricas
Tiempo de retención	Campo, insitu	Método volumétrico y calculo
Potencial hidrogeno	Campo, insitu	4500-H+B Método electrométrico
Temperatura	Campo, insitu	2550 B. Método de laboratorio y campo - Protocolo de monitoreo de AA.RR
Oxígeno disuelto	Campo, insitu	4500-O G. Membrane-Electrode Method
Turbiedad	Campo, insitu	2130 B. Método de laboratorio y de campo - Protocolo de monitoreo de AA.RR
N-amoniacal	Laboratorio	4500-NH3C. método de la nesslerización – Protocolo de monitoreo de AA.RR

3.3.4. Fase 4: Organización de datos

Se elaboraron tablas para los análisis por semana y gráficos para el análisis e interpretación de los datos para todos los datos monitoreados después de cada análisis semanal.

Tabla N° 12 Formato de tablas para resultados

DIAS	**Parámetro**					**Incremento (positivo/negativo) %**			
X	Efluente	Afluente TS.01	Afluente TS.01	Afluente TS.01	Afluente TS.01	Remoción TS.01	Remoción TS.01	Remoción TS.01	Remoción TS.01

Tabla N° 13 Formato de tablas para análisis estadístico de datos

Dias	**Tanque Séptico**	**Incremento (positivo/negativo)**
X	TS.01	a
Y	TS.01	b
.	TS.01	c
.	TS.01	d
.	TS.02	ai
	TS.02	bi
	TS.02	ci
	TS.02	di
	……	..

3.3.5. Fase 5: Análisis e interpretación de datos

Es la etapa de procesamiento y análisis los datos que se obtuvieron durante la caracterización de la muestra, para ello se aplicara el uso de gráficos de cajas y bigotes, intervalos y puntos con un intervalo de confianza del 95% y el método estadístico anova para datos paramétricos y kurskal y walis para datos no paramétricos para identificar las diferencias entre los grupos de muestreo e interpretar el comportamiento de cada sedimentador primario en el proceso de tratamiento de las aguas residuales.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnicas de Muestreo

La técnica que se determinó para el análisis fue mediante monitoreos, que consistirán en realizar muestreos puntuales para determinar si existe variación de las características del agua residual durante un periodo de 4 meses programadas de forma semanal en cumplimiento del protocolo de monitoreo propuesto por el investigador.

a. Observación

Método volumétrico

Según el Ministerio de agricultura y riego (2015) 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:

$$\text{Caudal (l/s)} = \frac{\text{Volumen del recipiente (l)/}}{\text{Tiempo que demora en llenarse (s)}}$$

Condiciones geométricas

Consiste en determinar si la unidad fue correctamente proyectada y construida y si se encuentra en buen estado de mantenimiento.(Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente 2005)

Tiempo de retención real

Según CEPIS (2005) 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 como «Métodos normalizados» recogen los mejores procedimientos empleados en la actualidad por los analistas de aguas estadounidenses y pueden aplicarse de forma generalizada en relación con los problemas habituales de purificación de aguas, eliminación de aguas residuales e investigaciones sanitarias. (American Public Health Association et al., 2018)

3.4.2. Instrumentos

La información que se recopilara estará en función de las variables identificadas para la investigación, los de los parámetros de campo se realizaran insitu empleado equipos calibrados, por otro lado los análisis de laboratorio se desarrollaran en el laboratorio del centro experimental de tuyu ruri mediante la aplicación de métodos estandarizados (Método APHA - Standard Methods) y la utilización de equipos calibrados, estos análisis fueron desarrollados bajo la guía y supervisión de analistas capacitados del laboratorio de calidad ambiental de la universidad.

Método APHA – Standard methods 4500-NH3C

Se empleo el Método APHA – Standard methods 4500-nh3c. método de la nesslerización directa, sin destilación previa.

La nesslerización directa se puede emplear únicamente en agua potable purificada, aguas naturales, diluyentes residuales muy depurados (origen domestico). Para ello se realizó la filtración con una bomba de vacío para retirar el exceso de solidos en la muestra al ser un análisis colorimétrico las partículas pueden obstruir la adecuada lectura. Luego se realizó un tratamiento con sulfato de zinc y álcali para precipitar el calcio, hierro, magnesio y sulfuro, que producen turbidez cuando se tratan con el reactivo nessler. Posteriormente se añadió EDTA que inhibe la precipitación de los iones residuales calcio y magnesio, en presencia del reactivo de Nessler alcalino. Luego a la muestra se le agrega el reactivo de nessler en exceso produciendo una coloración gradual de amarillo a pardo, a medida que aumenta la concentración de amoníaco. Esta muestra se lleva al espectrofotómetro para lectura la longitud de onda de la luz a través de la muestra y poder determinar la concentración del nitrógeno amoniacal.

Tabla N° 14 Parámetros a monitorear

Variable	Indicador	Unidad	Técnica	Instrumento
Sedimentador primario para diferentes condiciones Hidráulicas	Caudal	l/s	Observacional	Método volumétrico
	Dimensiones	m	Observacional	Condiciones Geométricas
	Tiempo de retención	Horas	Observacional	Método volumétrico y calculo
Incremento de nitrógeno amoniacal	Potencial hidrogeno	Unidad de pH	Prueba estandarizada, 23 rd edicion	4500-H+B Método electrometrico
	Temperatura	C°	Prueba estandarizada, 23 rd edicion	2550 B. Método de laboratorio y campo - Protocolo de monitoreo de AA.RR
	Turbiedad	UNT	Prueba estandarizada, 23 rd edicion	2130 B. Metodos de laboratorio y de campo - Protocolo de monitoreo de AA.RR
	Oxígeno disuelto	mg/l	Prueba estandarizada, 23 rd edicion	4500-O G. Membrane-Electrode Method
	N-amoniacal	mg/l NH4-N	Prueba estandarizada, 18 rd edicion	4500-NH3C. método de la nesslerización – Protocolo de monitoreo de AA.RR

3.5. Población, muestra y muestreo

3.5.1. Población

La población identificada es el volumen de aguas residuales que ingresan a los sedimentadores 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 probabilístico**,** según Hernández Sampieri, Fernández Collado, y Baptista Lucio (2014) las muestras no probabilísticas, la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de causas relacionadas con las características de la investigación o los propósitos del investigado.

La muestra para la investigación no depende de procesos mecánicos estadísticos depende del volumen necesario de aguas residuales para realizar los análisis.

3.6. Plan de procesamiento y análisis estadístico de la información

Los datos que se obtendrán se tabularan y graficaran para realizar las interpretaciones respectivas en función del comportamiento de cada parámetro. Además, el diseño estadístico estará en función de los parámetros de estudio.

3.6.1. Método Estadístico

Al finalizar el proceso de toma de datos y organización sistematizada de los resultados obtenidos (tablas y gráficos), posterior a ello, se realizó el análisis de varianza (ANOVA) para los datos paramétricos y el análisis de kruskal y walis para datos no paramétricos para lo cual se utilizó el programa minitab 19 para el cálculo estadístico de la estadística descriptiva y el análisis entre los grupos desarrollados en el experimento.

3.6.1.1. Características de las pruebas paramétricas

La característica principal es que tienen la necesidad de hacer supuestos muy estrictos, sólo son válidos si estas suposiciones se cumplen. Algunas de tales suposiciones son las siguientes:

- Que los datos de una muestra se extraigan en forma aleatoria de una población con distribución normal y que las observaciones sean independientes entre sí.
- Para situaciones relacionadas con medidas de tendencia central, para las cuales se han tomado dos o más muestras, que éstas sean elegidas de poblaciones con comportamiento de una distribución normal y que sus varianzas sean iguales.

(Aragon Salgado, 2016)

3.6.1.2. Características de las pruebas no paramétricas

Algunas características de los procedimientos para pruebas no paramétricas se consideran, en términos generales, como lo enunciado en seguida:

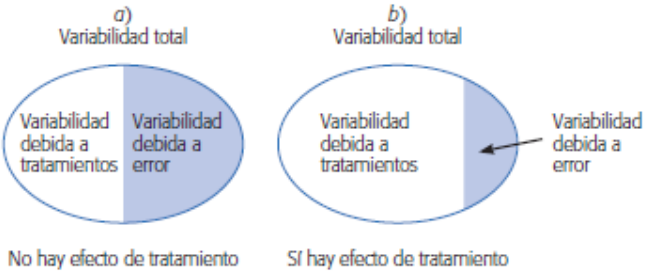
- No se relacionan con los parámetros de una población.
- Que la prueba estadística no depende de la forma del comportamiento de la distribución subyacente a la población de la cual se tomaron los datos de la muestra.
- Que se cuente con datos fuertes para aplicar operaciones aritméticas significativas.

(Aragon Salgado, 2016)

3.6.1.3. Prueba Anova de un factor

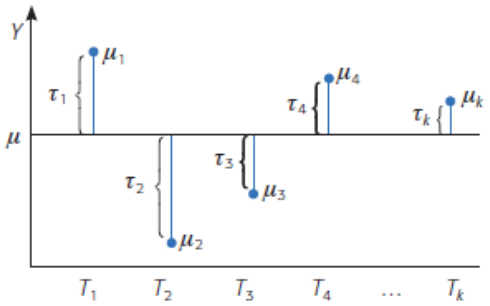
El análisis de varianza (Anova) es la técnica central en el análisis de datos experimentales paramétricos. La idea general de esta técnica es separar la variación total en las partes con las que contribuye cada fuente de variación en el experimento. En el caso del DCA se separan la variabilidad debida a los tratamientos y la debida al error. Cuando la primera predomina "claramente" sobre la segunda, es cuando se concluye que los tratamientos tienen efecto, o dicho de otra manera, las medias son diferentes. Cuando los tratamientos no dominan contribuyen igual o menos que el error, por lo que se concluye que las medias son iguales.

Imagen 7 Variabilidad total según los efectos de los tratamientos



Fuente: (Gutiérrez Pulido, 2003)

Imagen 8 Representación de los efectos para cada tratamiento



Fuente: (Gutiérrez Pulido, 2003)

3.6.1.4. Prueba de Kruskal y wallis

Esta prueba no paramétrica permite contrastar si es estadísticamente significativa la relación entre una variable categórica y una variable cuantitativa/ordinal, independientemente del número de modalidades que tenga la variable categórica –en este sentido.

El contraste de hipótesis basado en la prueba de Kruskal-Wallis consiste en comparar una estimación basada en rangos de la posición de la variable cuantitativa/ordinal en los diferentes submuestras definidas por la variable categórica. Así, en el caso de un contraste bilateral, tendremos las siguientes hipótesis, donde p representa la diferencia en la localización de las distintas subpoblaciones objeto de comparación.(Rodrigo & J. Gabriel, 2014)

IV. RESULTADOS

Para el presente capitulo todos los resultados mostrados corresponden a los parámetros monitoreados, la observación inicial comprende las muestras realizadas al inicio de la investigación 26/10/2019 durante un periodo de 4 meses en intervalos de muestreo semanal, todos los análisis fueron desarrollados en el laboratorio del centro experimental de tuyu ruri y los datos de campo con equipos para medir insitu.

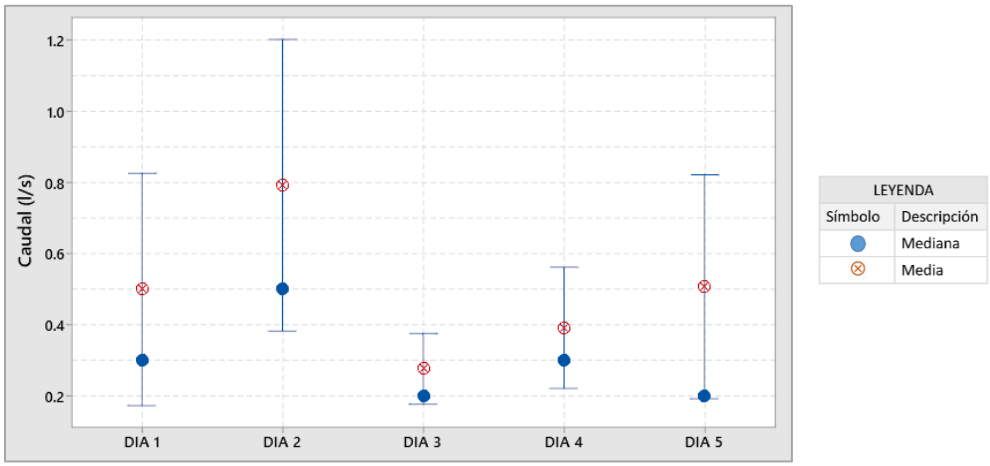
4.1. Resultado de la caracterización del agua residuales que ingresa al centro experimental.

Tabla N° 15 Caracterización de aguas residuales (información secundaria – líquidos I – 2020)

Parámetro	**Unidad de medida**	**Método**	**Cantidad**	**Lugar análisis**
Demanda Bioquímica de oxigeno	mg/l DBO	APHA 5210 B	75	Calidad ambiental UNASAM
N Amoniacal	mg/l NH4-N	Azul indelof	11.8	Calidad ambiental UNASAM
Nitrógeno orgánico	mg/l N	Digestión Koroleff, nitro espectral	7.7	Calidad ambiental UNASAM
Nitrógeno Total	mg/l N	Digestión Koroleff, nitro espectral	19.5	Calidad ambiental UNASAM

En la tabla N° 15 se observa los valores de la caracterización de aguas residuales en el buzón donde está instalado la derivación de ingreso de agua residual cruda al centro experimental de tuyu ruri este monitoreo fue desarrollado el 01 de octubre del año 2019 por los alumnos del curso de residuos líquidos I de la escuela profesional de ingeniería sanitaria – Unasam.

Gráfico N° 1 Variación del caudal de las aguas residuales en la derivación para el área experimental de la EPIS del centro experimental de tuyu ruri (información secundaria – líquidos I – 2020)

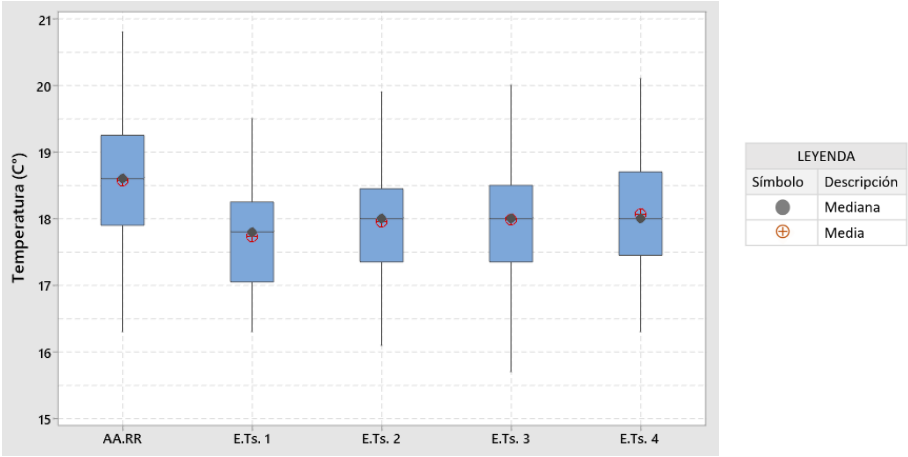


En el grafico 1 se observa la variación del caudal total que circula por la red de alcantarillado en el buzón donde se ubica la derivación de ingreso de aguas residuales cruda al centro experimental, observándose un caudal promedio para cada día de 0.5, 0.790, 0.2769, 0.3923, 0.508 l/s , medianas de 0.3, 0.5, 0.2, 0.3, 0.2 para los días 1, 2, 3, 4 y 5 respectivamente que nos permiten observar la variación drástica de caudal , observándose que el dia 3 presenta los valores de caudal más bajos durante el muestreo y para el día 2 los valores picos entre los estudiados, estos datos de caudal fueron medido por los alumnos del curso de residuos líquidos I de la escuela profesional de ingeniería sanitaria – Unasam.

4.2.Resultados del comportamiento de la temperatura, pH y condiciones hidráulicas, en el efluente y afluente de los sedimentadores primarios.

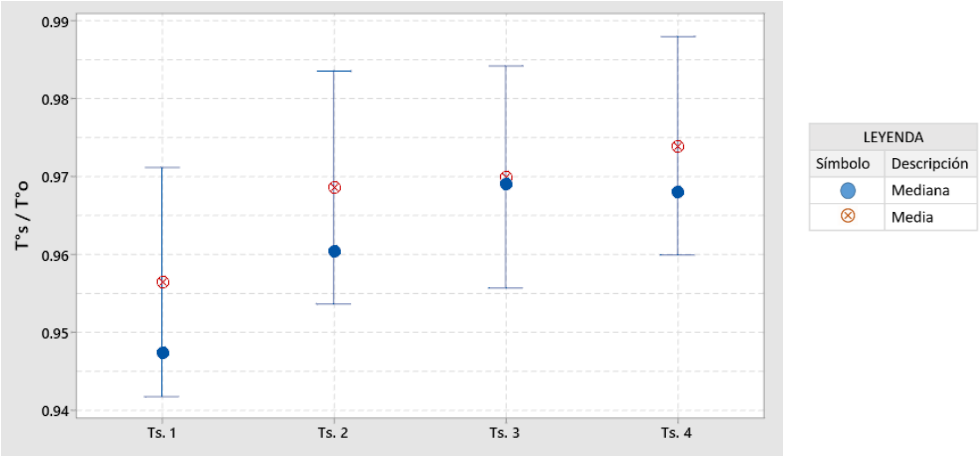
4.2.1. Temperatura en el afluente y efluente de los sedimentadores primarios (tanques sépticos)

Gráfico N° 2 Intervalos de la temperatura del afluente y efluente de los tanques sépticos



En el grafico 2 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 18.576, 17.729, 17.956, 17,987, 18.06 °C y medianas de 18,6, 17.8, 18.0, 18.0, 18.0 °C 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 16.3, 16.3, 16.1, 15.7, 16.3 °C y valores máximos de 20.8, 19.5, 19.9, 20.0, 20.1 °C para el afluente y efluente de los 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.

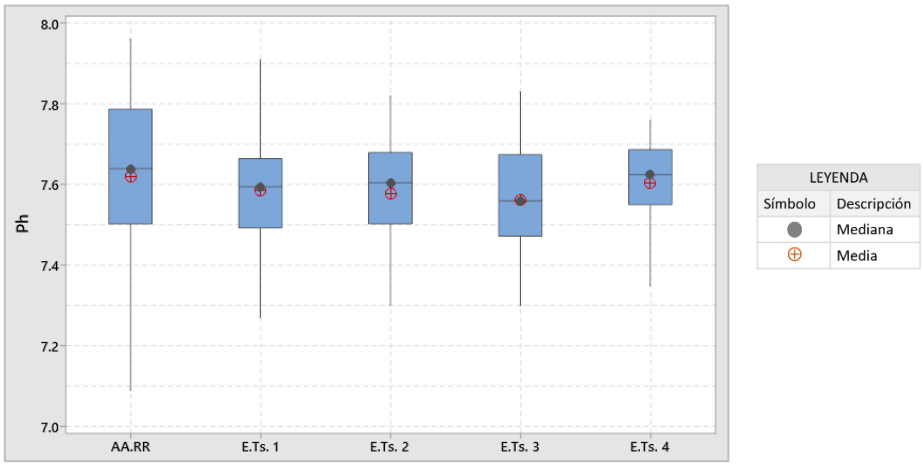
Gráfico N° 3 Relación de la temperatura en el efluente y afluente (T°s/T°o) de los tanques sépticos



En el grafico 3 de intervalos se observa los intervalos de confianza de la relación entre la temperatura de salida e ingreso (T°s/T°o) para cada tanque séptico, observándose una variación promedio de 0.956, 0.968, 0.969, 0.973 para los tanques 1, 2, 3, 4. Así mismos valores mínimos de 0.862, 0.875, 0.877, 0.872 y valores máximos de 1.110, 1.116, 1.092, 1.079 para los tanques 1, 2, 3 ,4 respectivamente. Ademas se observa que la temperatura varia mínimamente entre los grupos.

4.2.2. Ph en el afluente y efluente de los sedimentadores primarios (tanques sépticos)

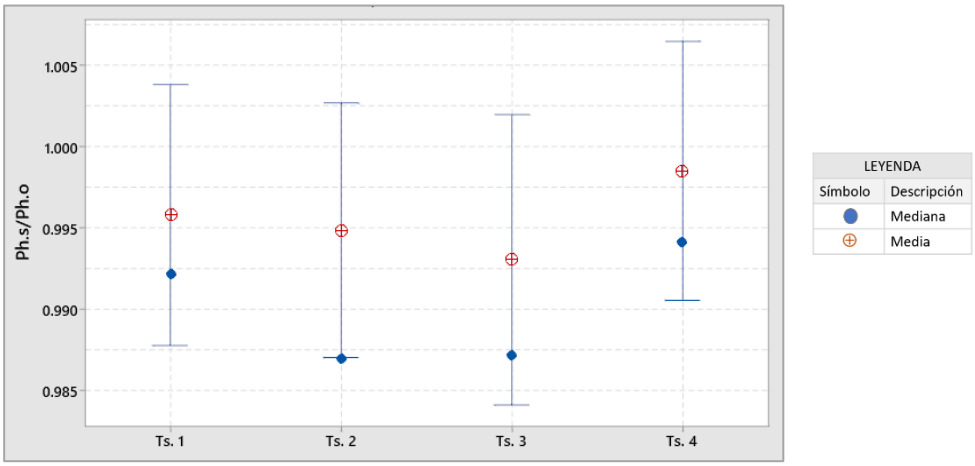
Gráfico N° 4 Intervalos de Ph del afluente y efluente de los tanques sépticos



En el grafico 4 de cajas y bigotes se observa los intervalos de los datos de Ph, observándose valores promedio de 7.621, 7.585, 7.578, 7.563, 7.605, medianas de 7.64, 7.595, 7.605, 7.56, 7.625 para el afluente y los efluentes de los tanques 1, 2, 3, 4. Así mismo los extremos de los bigotes nos indican los valores mínimos de 7.09, 7.27, 7.3, 7.3, 7.35 y valores máximos

de 7.96, 7.91, 7.82, 7.83, 7.76 para el afluente y efluente de los tanques sépticos 1, 2, 3, 4 respectivamente. Por otro lado, se observa que la variación de Ph en los puntos de muestreo varia mínimamente.

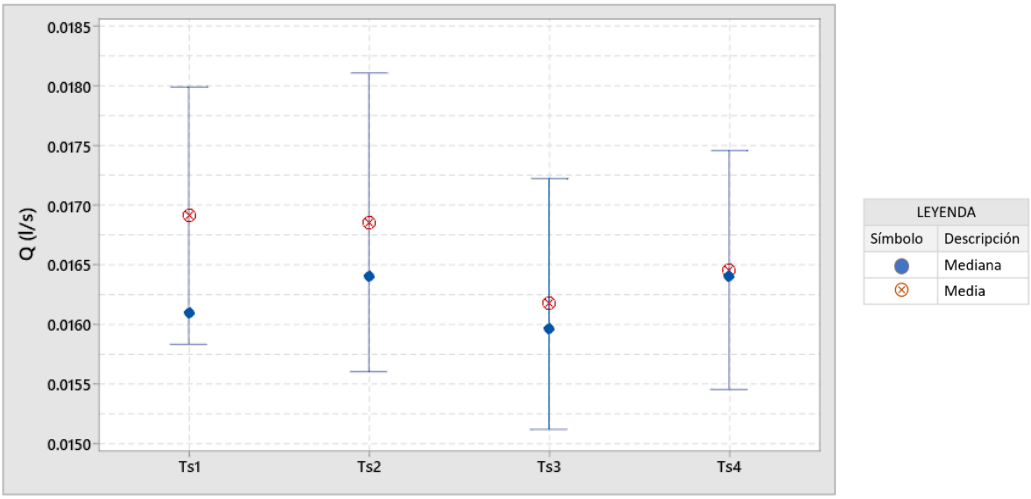
Gráfico N° 5 Relación del Ph en efluente y afluente (Ph°s/Ph°o) de los tanques sépticos



En el grafico 5 de intervalos se observa la variación de la relación entre el Ph de salida e ingreso (Ph°s/Ph°o) para cada tanque séptico, observándose un promedio de 0.9957, 0.9948, 0.9931, 0.9985, medianas de 0.992, 0.986, 0.9871, 0.9941 para los tanques 1, 2, 3, 4. Por otro lado valores mínimos de 0.9497, 0.9585, 0.9372, 0.9611 y valores máximos de 1.0625, 1.0639, 1.0875, 1.075 para los tanques 1, 2, 3 ,4 respectivamente. Se observan que la variación de salida e ingreso entre los grupos es mínima.

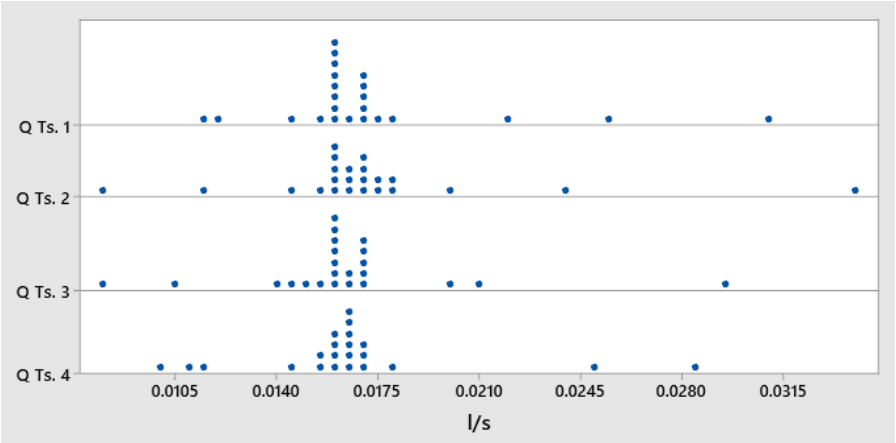
4.2.3. Caudal en el afluente de los sedimentadores primarios (tanques sépticos)

Gráfico N° 6 Variación del caudal de ingreso a los tanques sépticos



En el grafico 6, se observa los intervalos de confianza del caudal de ingreso a los tanques sépticos, se observa caudales promedio de 0.0169, 0.0168, 0.01617, 0.01645 l/s y medianas de 0.0161, 0.0164, 0.0152, 0.0164 l/s para los tanques 1, 2, 3, 4, respectivamente. Por otro lado, caudales mínimos de 0.0115, 0.0082, 0.0082, 0.0102 y caudales máximos de 0.031, 0.034, 0.029, 0.028 para los tanques 1, 2, 3 ,4 respectivamente.

Gráfico N° 7 Distribución de datos de caudal de los tanques sépticos

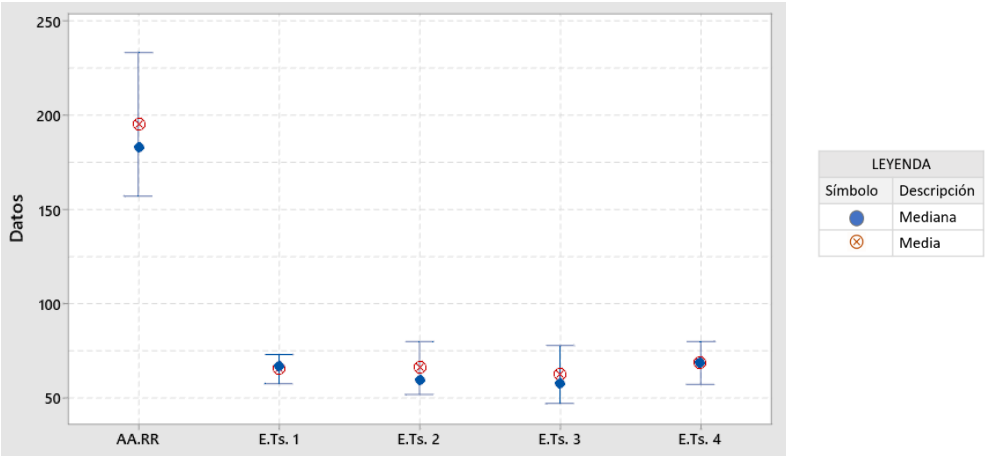


En el Gráfico 7, podemos observar la distribución de los valores de caudal de ingreso a los tanques sépticos en cada punto de muestreo (cada punto puede representar hasta 2 datos) , mediante el grafico de puntos observándose que para el tanque 1, 2, 3 presentan 2 crestas (multimodal) para el tanque 4 solo cuenta con una cresta, se observa para todos los casos la

agrupación de datos entre grupos tienden a estar próximos a la media y mediana mostradas en la tabla 18 , estos se encuentran traslapados lo que nos indica que la variación entre medias tiene variación mínima.

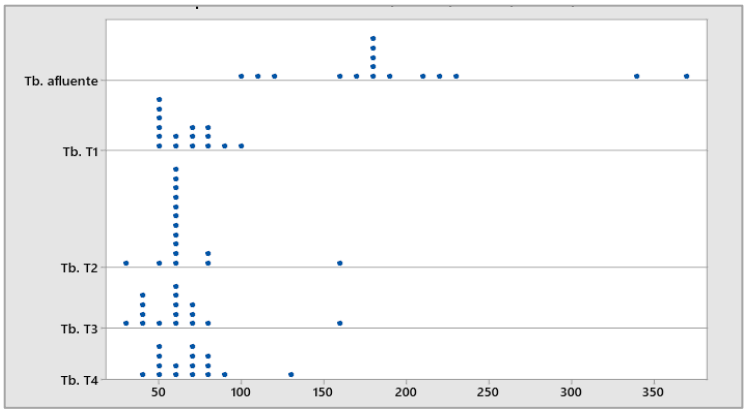
4.2.4. Turbiedad en el afluente y efluente de los tanques sépticos

Gráfico N° 8 Intervalos de Turbiedad (UNT) en el afluente y efluente de los tanques sépticos



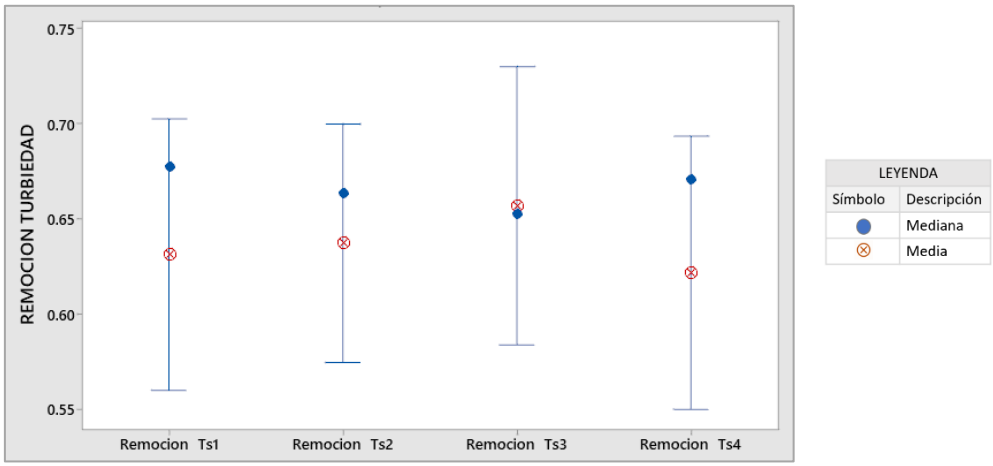
En el grafico 8, se observa los intervalos de confianza de la turbiedad en el afluente y efluente a los tanques sépticos, observándose un valor promedio de 195 UNT para el afluente y 65,54; 66,12; 62,64; 68,78 UNT para los tanques 1, 2, 3, 4, respectivamente. Asimismo, valores de la mediana de 183; 66,59; 59,70; 57,55; 68,51 UNT, valores mínimos de la turbiedad en 99,8; 47,1; 31,6; 31,9; 44,40 UNT y una turbiedad máxima de 366; 95,70; 155,80; 155,20; 127.90 UNT para el afluente y los efluentes de los tanques 1, 2, 3 ,4 respectivamente. Por otro lado, se observa que gráficamente el tanque séptico 3 presenta los menores más bajos de turbiedad, esto debido a que este es el tanque ingresa menor caudal (grafica 6), debido a las dimensiones de los vertedores y procesos constructivos.

Gráfico N° 9 Grafico de puntos turbiedad en el afluente y efluente de los tanques sépticos



En el Gráfico 9, podemos observar la distribución de los datos de turbiedad en cada punto de muestreo (afluente y efluente de los tanques sépticos), mediante el grafico de puntos observándose que para el tanque 3, 4 presenta 2 crestas(multimodal), se observa la agrupación de datos entre grupos tienden a estar próximos a la media y mediana mostradas en el grafico 8, para los datos de los efluentes se observa que estos se encuentran traslapados lo que nos indica que la variación entre medias tiene variación mínima.

Gráfico N° 10 Remoción de turbiedad en los sedimentadores

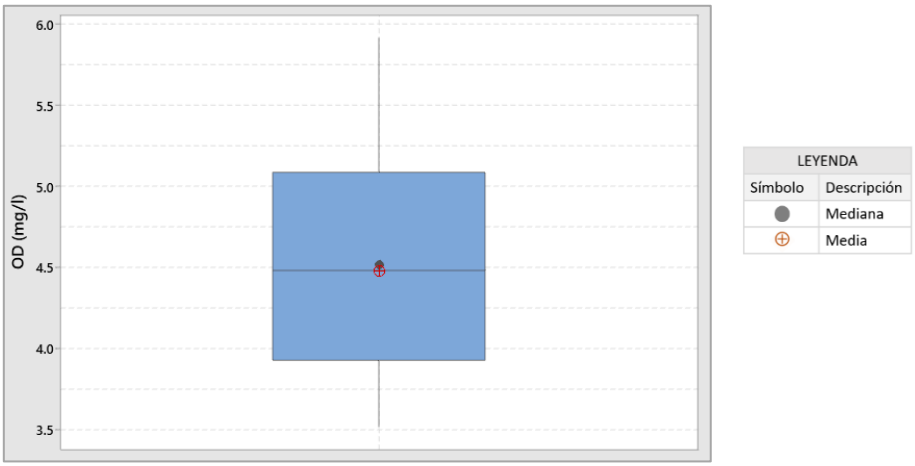


En el grafico 10 se observa los intervalos de confianza de remoción de turbiedad en los tanques sépticos, observándose un valor promedio de 0.631, 0.637, 0.656, 0.621, medianas de 0.677, 0.663, 0.652, 0.671 para los tanques sépticos 1, 2, 3, 4. Así mismo se observa valores mínimos de remoción de 0.292, 0.411, 0.422, 0.335 y valores máximos de remoción de 0.844, 0.906, 0.881, 0.751 para los tanques 1, 2, 3, 4 respectivamente. Por otro lado, gráficamente podemos observar que los mejores datos de remoción se encuentran en el

tanque séptico 3 esto influenciado directamente por el caudal y tiempo de retención que son menores y mayores con respecto a los demás tanques sépticos.

4.2.5. Oxígeno disuelto en el afluente de los tanques sépticos

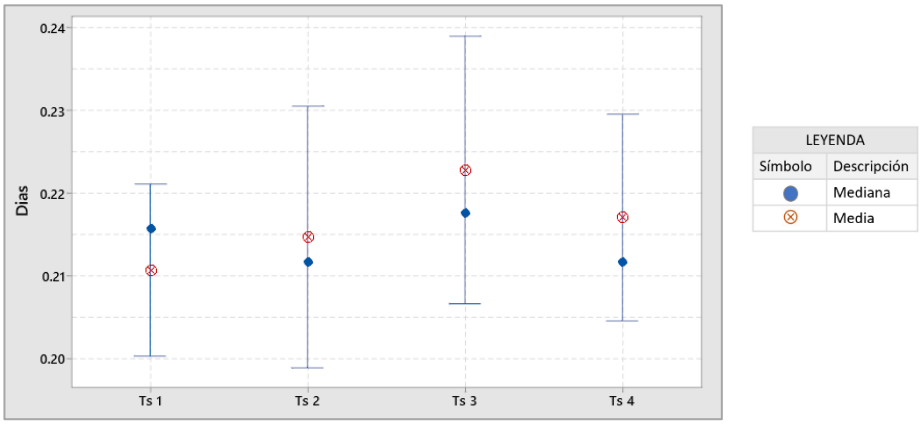
Gráfico N° 11 Oxígeno disuelto en el afluente de los tanques sépticos



En el grafico 11 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.

4.2.6. Tiempo de retención

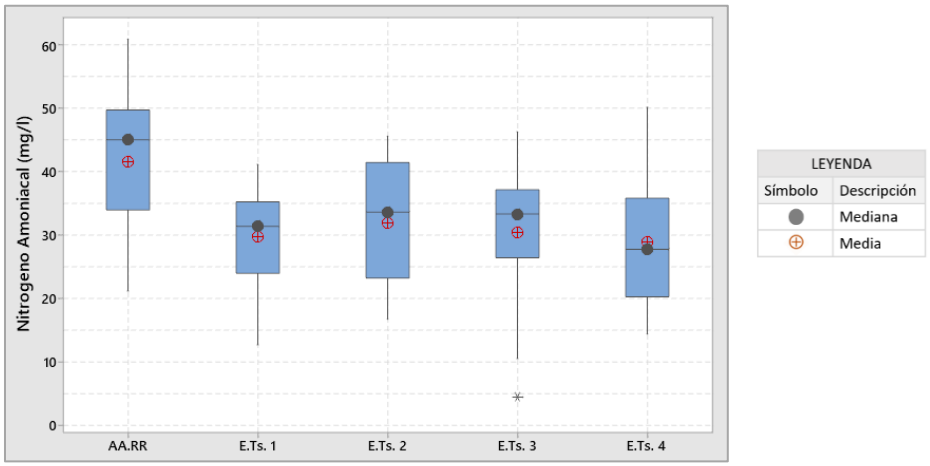
Gráfico N° 12 Variación del tiempo de retención en los tanques sépticos



En el grafico 12 de intervalos de confianza podemos observar la variación del tiempo de retención de los tanques sépticos observándose valores promedio de 0.21073, 0.21473, 0.2228, 0.21708 dias, medianas de 0.2156, 0.2117, 0.2175, 0.2172, valores máximos de 0.3019, 0.4234, 0.4239, 0.3404 y valores mínimos de 0.112, 0.010, 0.1181, 0.122 respectivamente para los tanques 1, 2, 3, 4.

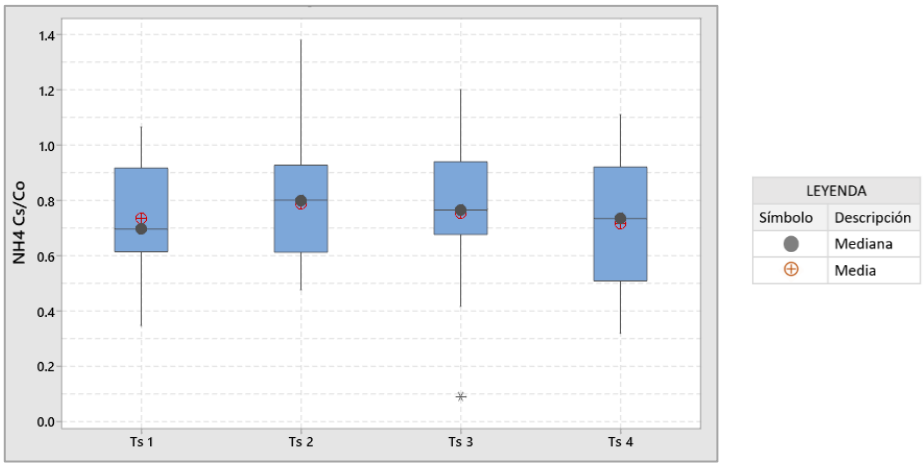
4.3.Resultados del comportamiento del nitrógeno amoniacal en el afluente y efluente

Gráfico N° 13 Intervalos de Nitrogeno amoniacal NH4 del afluente y efluente de los tanques sépticos



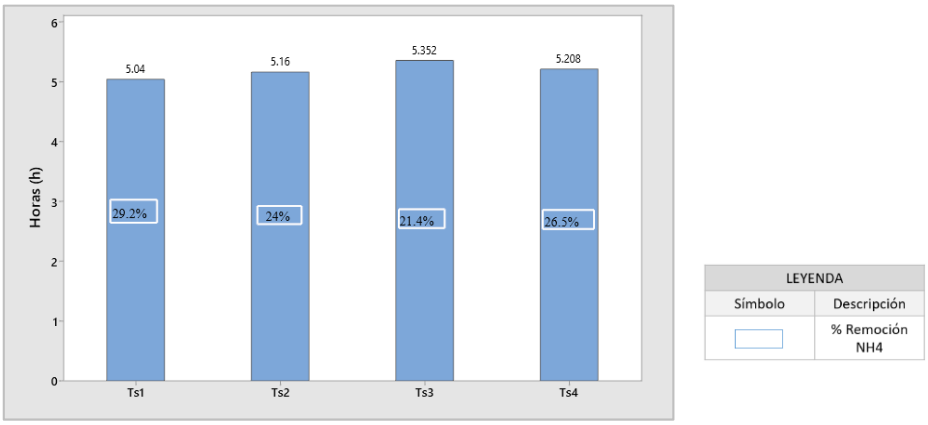
En el grafico 14 de cajas y bigotes podemos observar valores promedio para el Nitrógeno amoniacal NH4 de 41.65, 29.74, 31.85, 30.47, 28.84 mg/l, medianas de 45.03, 31.38, 33.61, 33.33, 27.76, valores máximos de 60.9, 41.12, 45.60, 46.27, 50.14 mg/l y valores mínimos de 21.19, 12.66, 16.76, 4.38, 14.42 mg/l respectivamente para los tanques 1, 2, 3, 4. Se observa un valor atípico para el valor mínimo obtenido en el tanque 3 esto se debe a que el ingreso del caudal era interrumpido debido a obstrucciones de las unidades por sólidos. Para el análisis estadístico ese dato se considerará porque se está evaluando el comportamiento de este parámetro.

Gráfico N° 14 Relación del NH4 en el afluente y efluente de los tanques sépticos



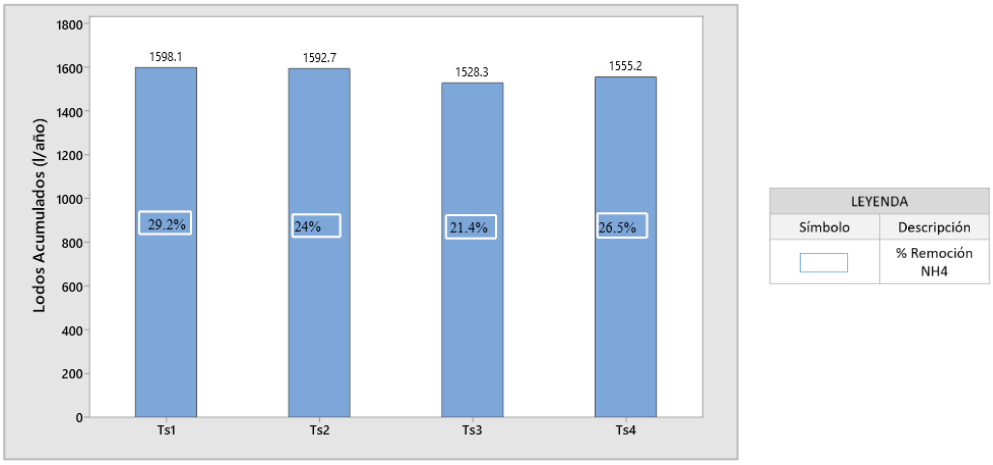
En el grafico 14 se observa los valores de la relación entre el efluente y afluente de los tanques sépticos (Cs/Co), se observa valores promedio de 0.7341, 0.7895, 0.7548, 0.7163, medianas de 0.68, 0.80, 0.77, 0.73, valores mínimos de 0.201, 0.476, 0.09, 0.319 y valores máximos de 1.0646, 1.3805, 1.2015, 1.110 para los tanques sépticos 1, 2, 3, 4 respectivamente. Ademas se observa un valor atípico en el tanque 3 que corresponde a un valor fuera del modelo estadístico y representa que el valor de ingreso con respecto al de salida varían mínimamente esto principalmente debido a las obstrucciones de las unidades de ingreso.

Gráfico N° 15 Tiempo de retención y la remocion de nitrogeno amoniacal



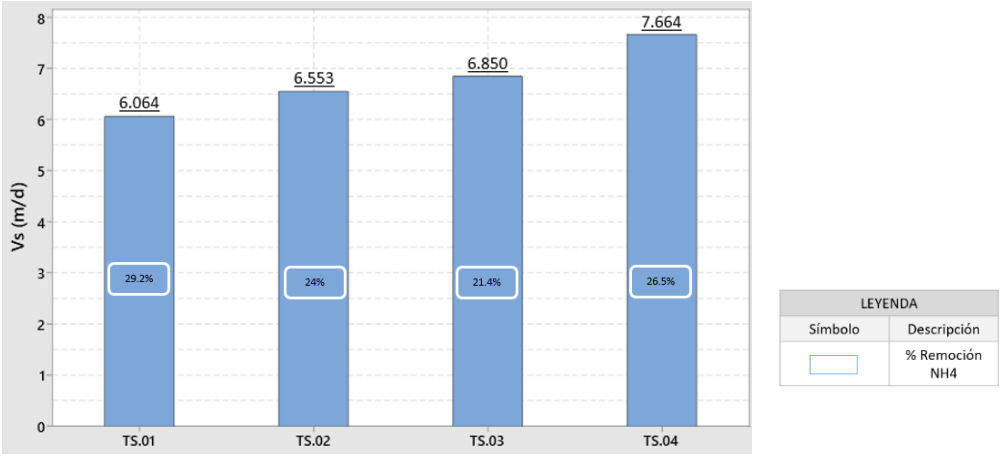
En el grafico 15 de barras podemos observar los valores promedio de tiempo de retención de los tanques sépticos respectivamente con los valores de remocion del nitrogeno amoniacal observándose relaciones de tiempo de retención 5.04, 5.16, 5.352, 5.208 horas con valores de remocion de 29.2%, 24%, 21.4%, 26.5% respectivamente para los tanques 1, 2, 3, 4.

Gráfico N° 16 Generacion de lodos y remocion de nitrogeno amoniacal



En el grafico 16 de barras podemos observar la cantidad de lodos acumulada de los de los tanques sépticos respectivamente con los valores de 1598.1, 1592.7, 1528.3, 1555.2 l/año con valores de remocion de nitrogeno amoniacal de 29.2%, 24%, 21.4%, 26.5% respectivamente para los tanques 1, 2, 3, 4.

Gráfico N° 17 Velocidad de sedimentación y remocion de nitrogeno amoniacal



En el grafico 17 de barras podemos observar la velocidad de sedimentación promedio de solidos en los tanques sépticos con valores de 6.064, 6.553, 6.85, 7.664 con valores de remocion de nitrogeno amoniacal de 29.2%, 24%, 21.4%, 26.5% respectivamente para los tanques 1, 2, 3, 4.

4.4. Contrastación de Hipótesis

4.4.1. Contrastación de la hipótesis general

- **Método anova de un factor**

Hipótesis nula (Ho): La remoción de NH4 en los sedimentadores no tiene relación con las condiciones hidráulicas en relación a la variación de la relación largo:ancho de los tanques septicos (todas las medias son iguales)

Hipótesis alterna (H1): La remoción de NH4 en los sedimentadores tiene relación con las condiciones hidráulicas (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

4.4.1.1.Información del factor

Tabla N° 16 Evaluación de los grupos (sedimentadores y remoción de NH4)

Fuente	**GL**	**SC Ajust.**	**MC Ajust.**	**Valor F**	**Valor p**	**F critico**
Factor	3	0.04745	0.007127	0.31	0.821	2.76
Error	60	3.10767	0.041354			
Total	63	3.15512				

En la Tabla 16, podemos observar el p - valor (Sig.) alcanzado de 0.821 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 NH4 en los sedimentadores no tiene relación con las condiciones hidráulicas de los sedimentadores (relación larga/ancho de los tanques sépticos).

4.4.2. Prueba de hipótesis especifica 1

Anova de 1 Factor

Hipótesis nula (Ho): El comportamiento de la temperatura, Ph, caudal, turbiedad, oxígeno disuelto y tiempo de retención presenta mínima variación (todas las medias son iguales)

Hipótesis alterna (H1): El comportamiento de la temperatura, Ph, caudal, turbiedad, oxígeno disuelto y tiempo de retención 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

4.4.2.1.Temperatura

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

Tabla N° 17 Evaluación de los grupos (sedimentadores y Cs/Co T°)

No ajustado para empates P valor	0.122
Ajustado para empates P valor	0.121

En la Tabla 17, podemos observar el p - valor (Sig.) alcanzado de 0,122 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.

4.4.2.2.Ph

Tabla N° 18 Evaluación de los grupos (sedimentadores y Cs/Co Ph)

Fuente	**GL**	**SC Ajust.**	**MC Ajust.**	**Valor F**	**Valor p**
Ph°s/Ph°o	3	0.000621	0.000207	0.32	0.814
Error	156	0.102143	0.000655		
Total	159	0.102764			

En la Tabla 18, podemos observar el p - valor (Sig.) alcanzado de 0,814 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.

4.4.2.3.Caudal de ingreso a los tanques sépticos

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

Tabla N° 19 Evaluación de los grupos de caudal de ingreso a los tanques sépticos

No ajustado para empates P valor	0.117
Ajustado para empates	0.117

En la Tabla 19, podemos observar el p - valor (Sig.) alcanzado de 0,117 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.

4.4.2.4.Turbiedad

Tabla N° 20 Evaluación de los grupos (remoción de turbiedad)

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	3	0.01051	0.003504	0.21	0.892
Error	60	1.02425	0.017071		
Total	63	1.03476			

En la Tabla 20, podemos observar el p - valor (Sig.) alcanzado de 0,21 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.

4.4.2.5.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 Ho: Todas las medianas son iguales

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

Tabla N° 21 Evaluación de los grupos de caudal de ingreso a los tanques sépticos

No ajustado para empates P valor	0.117
Ajustado para empates P valor	0.117

En la Tabla 29, podemos observar el valor de las medianas para cada unidad experimental y se observa que las medianas varían mínimamente en el nivel milésimal por lo tanto se acepta la hipótesis nula que todas las medianas son iguales por que el tiempo de retención no varía significativamente.

4.4.3. Prueba de hipótesis especifica 2

Para la contratación de la hipótesis especifica 2 se analizarán todas las relaciones de NH4 (Cs/Co) de todos los grupos experimentales aplicando la prueba T.

Hipótesis nula (Ho): El comportamiento del N-amoniacal en los sedimentadores primarios tendrá un incremento positivo

Hipótesis alterna (H1): El comportamiento del N-amoniacal en los sedimentadores primarios tendrá un incremento negativo.

Condición para el análisis

$\mu = 1$ Hipótesis nula, la media es igual a 1

$\mu < 1$ Hipótesis alterna, la media es menor a 1

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

Tabla N° 22 Prueba de hipótesis valor p

Valor T	Valor p
-8.92	0.000

En la Tabla 30, podemos observar el p – valor (sig) alcanzado de 0,000 siendo menor a 0,05. Por lo tanto, se procede a aceptar la hipótesis alterna y se pasa a rechazar la hipótesis nula. Por lo tanto, se demuestra que el comportamiento del nitrógeno amoniacal presenta un comportamiento negativo

V. DISCUSIÓN

En el presente capitulo se discutirá a mayor detalle algunos aspectos de los resultados obtenidos a fin de complementar el capítulo anterior de la presente investigación.

Discusión 01

El comportamiento de la temperatura en el efluente y afluente de los sedimentadores primarios (tanques sépticos), los resultados mostrados en el gráfico 2 se observan valores promedios de 18.576 °C para el afluente y 17.729, 17.956, 17,987, 18.06 °C para el efluente de los tanques 1, 2, 3, 4, por otro lado en la tabla N° 17 se evidencia un valor p - valor de 0,351 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 Sánchez Rojas (2016) en su tesis titulada: "Eficiencia de remoción de nitrógeno en un sistema unifamiliar de tanque séptico más filtro percolador", quien concluyo que obtuvo la temperatura promedio por cada punto de monitoreo es de 16.75 °C 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. Ademas Metcalf & Eddy (1995) indica que la temperatura es muy importante para las reacciones químicas y velocidades de reacción, la temperatura óptima para el desarrollo de la actividad bacteriana se sitúa entre los 25 y 35 °C. Así mismo según lado Ferrer Polo, Seco Torrecillas, y Robles Martínez (2018) consideran que la actividad biológica puede desarrollarse entre 10°C a 25°C mientras más cálido mejor actividad biológica. Y adicionalmente en la investigación realizada por Daija et al. (2016; denominada "The influence of lower temperature, influent fluctuations and long retention time on the performance of an upflow mode laboratory-scale septic tank" teniendo los

siguientes resultados para el NH4 que indican que la variación de este parámetro en función de la temperatura fueron estadísticamente no significativo entre las temperaturas de 10 y 15 C°; sin embargo, entre los pares 5 y 10˚C , 5 y 15˚C° se observaron p valores < 0.05. Esto confirmó que la eliminación de nitrógeno, incluida la nitrificación y la desnitrificación, es sensible a temperaturas más bajas. Lo que nos permite entender la importancia de la evaluación de este parámetro en todas las unidades al ser el NH4 el parámetro por el cual se planteó esta investigación.

El comportamiento del Ph en el afluente y efluente de los sedimentadores primarios, los resultados mostrados en el grafico 17 se observan valores promedios de 7.621 para el afluente y 7.585, 7.578, 7.563, 7.605 para el efluente de los tanques 1, 2, 3, 4, por otro lado en la tabla N° 18 se evidencia un p - valor de 0,814 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 Vela Ríos (2019) en su tesis titulada: Eficiencia de un Tanque Inhoff-HA a escala, para mejorar la calidad de las aguas servidas municipales del distrito de Habana, Moyobamba", quien concluyo que los valores de Ph oscilan entre 7.12 y 7.00 según la caracterización de aguas residuales. Ademas Romero Rojas (2000) indica el pH para diferentes procesos de tratamiento y para la existencia de la mayoría vida biológica puede ser muy restrictivo y crítico, pero generalmente es de 6,5 a 8,5. Con esta información se afirma que del Ph del estudio se encuentro en los valores adecuados para la actividad biológica en un sedimentador primario, además con el proceso estadístico se demuestra que la relación entre el Ph de salida y el ingreso varia mínimamente para los tanques sépticos en la investigación

El comportamiento de las condiciones hidráulicas para el caudal, los resultados mostrados en la gráfica 6 se observan valores promedios de 0.0169 l/s para el afluente y 0.0169, 0.0168, 0.01617, 0.01645 l/s, caudales mínimos de 0.0115, 0.0082, 0.0082, 0.0102 y caudales máximos de 0.031, 0.034, 0.029, 0.028 para los tanques 1, 2, 3 ,4 respectivamente. Por otro lado, en la tabla N° 19 se evidencia un p - valor de 0.117 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 Garzón Zúñiga, González Zurita y García Barrios (2016)denominada "Evaluación de un sistema de tratamiento doméstico para reúso de agua residual" que concluyo finalmente que los resultados demostraron que el sistema presentó un buen desempeño al aplicar los dos caudales (0.2 m3/d y 0.4 m3/d), pero la calidad del efluente que se obtuvo al aplicar el menor (N-NH4+·≤

3.77 ± 3.3 mg/L) cumplió para los parámetros evaluados con la norma mexicana (NOM-003-ECOL-1997). En la investigación el propósito de medir el caudal era evaluar las condiciones de ingreso de agua residual a cada tanque séptico afín de proporcionar las mimas condiciones para el experimento en cada tanque séptico y con la información presentada se afirma que el caudal de ingreso a cada tanque debe ser homogéneo para poder evaluar adecuadamente el comportamiento del NH4. Es preciso señalar que los intervalos del caudal nos expresan la variación drástica que se tiene del caudal, esto debido a que se realizaron muestreos diarios puntuales y por ser una zona rural los vertederos al ser de dimensiones pequeñas pueden influir en el caudal de ingreso, al tener que depender de la precisión humana de corte en las placas empleadas y ser unidades de pequeña dimensión.

El comportamiento de la turbiedad en el afluente y efluente de los sedimentadores primarios, los resultados mostrados en la gráfica 10 se observan valores promedios de remoción 63.1 %, 63.7 %, 65.6%, 62.2% para los tanques 1, 2, 3, 4, por otro lado en la tabla N° 28 se evidencia un p - valor de 0,21 que nos demuestra que el comportamiento de la remoción de turbiedad en los tanques presenta una variación mínima entre los grupos experimentales , datos que al ser comparados con lo encontrado por Vela Ríos (2019) en su tesis titulada: Eficiencia de un Tanque Inhoff-HA a escala, para mejorar la calidad de las aguas servidas municipales del distrito de Habana, Moyobamba", quien observo una remoción promedio de 45,93 % de turbiedad evaluados a partir de 5 muestreos 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. Ademas Gómez (2000) nos menciona que los sedimentadores primarios tienen como objetivo la remoción de solidos suspendidos en principios de separación hidráulica. Por ello observar una remoción considerable en la investigación nos permite afirmar que los tanques sépticos están cumpliendo su función de separar la parte solida de la liquida y para todos los casos no se observa una variación significativa.

El comportamiento del oxígeno disuelto en el afluente de los sedimentadores primarios, los resultados mostrados en la gráfica 11 se un valor promedio de 3.187 mg/l en el agua residual cruda. Según Sánchez Rojas (2016) en su tesis titulada: "Eficiencia de remoción de nitrógeno en un sistema unifamiliar de tanque séptico más filtro percolador", quien obtuvo un valor promedio de menor a 0.3 mg/l y concluyendo que el oxígeno disuelto es un factor muy importante dentro del sistema de tratamiento y de acuerdo a los resultados

se determina que no hay presencia de oxígeno disuelto. Lo cual contradicen los resultados obtenidos durante nuestra investigación, esto puede deberse por la fuente de aguas residuales y que por lo general los tanques sépticos son sistemas que no cuentan con un vertedero, el sistema implementado antes de la llegada a los tanques cuenta con 3 vertederos triangulares que pueden también afectar la presencia de esta característica en las aguas residuales. Ademas según Russel (2012) el valor de oxígeno disuelto para el desarrollo de los procesos biológicos es de 4 mg/l.

El comportamiento de las condiciones hidráulicas para el tiempo de retención para los tanques sépticos, los resultados mostrados en el grafico 12 se muestran valores promedio de 0.211, 0.215, 0.023, 0.217 días respectivamente para los tanques sépticos 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 de los sedimentadores (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 21 se observa un p – valor 0.117 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 lo encontrado por Sinnatamby y Duncan (1986) en su investigación titulada "Rational design of septic tanks in warm climates", quien obtuvo el tiempo de retención es inversamente proporcional a la población atendida con tiempos de retención según la población atendida, 48 hr (1-5 hab), 24 hr (5-25 hab), 18 hr (25-50 hab). Lo cual contradice el tiempo de retención promedio que presentan los tanques sépticos, esta investigación fue solamente teórica a partir del análisis de la información de tanques sépticos en la zona de estudio, no desarrollaron un trabajo de campo para corroborar esta información. Ademas según Reglamento Nacional de Edificaciones (2006) el periodo de retención hidráulica mínima a considerar es de 6 horas que es equivalente a 0.25 dias y según CEPIS (2015) 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 02

El comportamiento del incremento de N-amoniacal del afluente y efluente de los sedimentadores primarios , los resultados obtenidos en el grafico 15 se observan valores promedios de la relación entre la concentración de salida e ingreso de 0.69, 0.78, 0.75, 0.71, valores mínimos de 0.201, 0.476, 0.09, 0.319 y valores máximos de 1.0646, 1.3805, 1.2015, 1.110 para los tanques sépticos 1, 2, 3, 4 lo que nos demuestra que existen un incremento positivo y negativo en los tanques sépticos, para lo cual para determinar la tendencia de este comportamiento se aplicó la prueba T para determinar estadísticamente lo mencionado 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 todos los tanques sépticos nos demuestra que los tanques tienen un predominancia de un incremento negativo es decir una remoción con valores promedio de 30.85, 27.47, 27.5, 33.21 % que al ser comparados con lo encontrado por Sánchez Rojas (2016) en su tesis titulada: "Eficiencia de remoción de nitrógeno en un sistema unifamiliar de tanque séptico más filtro percolador", quien tuvo como resultados donde se muestra que no existe remoción de este parámetro concluyendo que el nitrógeno amoniacal se encuentra en concentraciones elevadas y supera los LMP de las normas internacionales. Esto puede deberse a que sus concentraciones de oxígeno disuelto que encontró fueron menores a 0.3 mg/l y según Russel (2012) el valor de oxígeno disuelto para el desarrollo de los procesos biológicos es de 4 mg/l. Por otro lado Fernández, Garrido, y Coda (2008) en su investigación titulada "Eliminación del nitrógeno amoniacal en aguas residuales sanitarias" teniendo como conclusión que mediante el proceso de saturar oxígeno disuelto a sus unidades experimentales evitó la formación de nitrógeno amoniacal en los medios experimentados que han simulado la composición de aguas residuales sanitarias. Concluyendo que saturando el medio ha conseguido no sólo eliminar el amonio que se forma por la degradación de la urea, sino la reducción del NH4+ que había inicialmente, manteniéndose un Ph estable. Asi mismo en la tesis realizada por Serrano Salas (2005) denominada "Evaluación ambiental y sanitaria de dos sistemas individuales de tratamiento de aguas residuales domesticas mediante la construcción de prototipos a escala natural", obteniendo los siguientes resultados de para el primer tanque séptico analizado una remoción de NH4 del 36% y para el segundo tanque séptico una remoción del 44%. Lo que apoya los datos encontrados en la investigación, que al presentar niveles adecuados de oxígeno disuelto puede observarse la reducción del NH4 en las aguas residuales. Ademas según Ramalho (1996) El ion amonio NH4 se oxida a nitrito en presencia de microorganismos Nitrosomonas.

Según el objetivo general determinar el incremento del nitrógeno amoniacal para tanques sépticos con condiciones largo y ancho diferente se observó los siguientes resultados, en el grafico 15 se observan los intervalos de datos observándose una tendencia en la remoción de este parámetro y estos al ser sometidos al método estadístico anova de un factor se observó que en la tabla 17 presentan p valor de 0.351 que nos indica que las relaciones hidráulicas de los tanques sépticos no están afectando la remoción del Nitrogeno amoniacal (NH4) en las aguas residuales, datos que al ser comparados con lo encontrado por Serrano Salas (2005) en su tesis titulada "Evaluación ambiental y sanitaria de dos sistemas individuales de tratamiento de aguas residuales domesticas mediante la construcción de prototipos a escala natural", investigación que empleo un tanque séptico de relación largo/ancho 1:3 concluyo que los tanques sépticos cumplen con las condiciones de calidad donde se observó la remoción del NH4 con valores del 36 y 44 %. Así mismo Garzón Zúñiga, González Zurita y García Barrios (2016) en su investigación denominada "Evaluación de un sistema de tratamiento doméstico para reúso de agua residual" investigación donde se empleó una fosa séptica de 1100 l (tinaco), concluyendo finalmente que la mejor calidad del efluente se logró al aplicar el menor ingreso de caudal con valores de N-NH4+·≤ 3.77 ± 3.3 mg/L. Por otro lado en la investigación realizada por Daija et al. (2016) denominada "The influence of lower temperature, influent fluctuations and long retention time on the performance of an upflow mode laboratory-scale septic tank" se empleó un tanque séptico de flujo ascendente de poliglass con relación altura > largo y ancho al cual se le sometió temperaturas de 5, 10, 15 °C donde se observó la eliminación del NH4 y concluyendo finalmente que la temperatura de operación del tanque séptico no tiene influencia estadísticamente significativa para algunos parámetros. Adicionalmente Sánchez Rojas (2016) en su tesis denominada "Eficiencia de remoción de nitrógeno en un sistema unifamiliar de tanque séptico más filtro percolador" donde se empleó un tanque séptico de relación largo/ancho 1:2.42, se observó un valor promedio de OD de 0.3 mg/l y concluyo finalmente que la eficiencia del sistema de tratamiento tanque séptico más filtro percolador presenta eficiencia nula en la remoción de nitrógeno amoniacal. Con esta información se afirma que la relación largo/ancho no afecta en la remoción de este parámetro, pero es preciso mencionar que de todas las investigaciones mencionadas solo Rojas (2016) evaluó el oxígeno disuelto y encontró un nivel por debajo del necesario para el desarrollo de los procesos biológicos y es por ello que encontró una remoción nula del NH4 y por otro lado todos los casos evaluados presentan dimensiones y formas diferentes con la formulada en la investigación pero igual se observa que en la mayoría un efecto de remoción.

VI. CONCLUSIONES

6.1.Conclusiones

Se determino que el incremento del nitrogeno amoniacal en las aguas residuales domesticas no estan influenciadas por la relación de superficie (largo:ancho) de los tanques sépticos.

Se realizo la caracterización de las aguas residuales observándose valores para las aguas residuales de 11,8 mg/l para el nitrogeno amoniacal, 19,5 mg/l para el Nitrogeno total, 7,7 mg/l para el nitrogeno organico y una demanda bioquímica de oxigeno de 75 mg/l DBO.

La temperatura en los tanques sépticos tuvo variación minima entre los tanques sépticos y teniendo un promedio general de 17,9 °C entre los 4 tanques septicos valor que se encuentra dentro del rango para el desarrollo de proceso biológicos, el Ph presento una variación minima entre tanques con un valor promedio general de 7,5 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 homogeno durante la investigacion, la turbiedad presento una variación minima entre grupos teniendo un valor promedio de remocion del 63 % siendo el mejor el tanque numero 3 con una eficiencia del 65% lo que nos demuestra la funcionabilidad de la unidad de tratamiento al ser un sedimentador primario. El tiempo de retención presento una variación minima con un valor promedio general de 5.19 horas (0.22 dias). El oxigeno disuelto promedio fue de 4,5 mg/l que es determinante para la remocion del nitrogeno amoniacal.

El Comportamiento del nitrogeno amoniacal durante el experimento presento una tendencia a la remocion de este contaminante con valores promedio de remocion del 25.275 % con una generación promedio de lodos de 1568.575 l/año con un tiempo de retención promedio de 0.21 dias y una velocidad de sedimentación de 6.78 m/dia.

6.2.Recomendaciones

Se recomienda la realización de monitoreos compuesto del NH4 y de otros parámetros para evaluar la influencia de las condiciones hidráulicas (largo/ancho) sobre el tratamiento en esta unidad.

Se recomienda ampliar la gama de equipos de campo de la EPIS UNASAM, para tener equipos de uso académica y de uso investigativo para poder desarrollar ambas actividades de manera adecuada, además de la elaboración de manuales de uso, mantenimiento y calibración, al ser equipos delicados y evitar datos erróneos.

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 un desarenador para la retención de sólidos, debido a que las estructuras son pequeñas estas tienden a obstruirse y para este tipo de sistemas se requiere el ingreso de caudal constante.

Se recomienda priorizar la operación y mantenimiento de estas unidades afín de que puedan utilizarse para otras investigaciones posteriores.

Es necesario monitorear los datos de campo de forma constante durante toda la investigación a fin de poder detectar anomalías en el tratamiento.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

7.1.Referencias bibliográficas

Ambientum. (2002). *El nitrógeno y sus compuestos—Enciclopedia Medioambiental*. Ambientum Portal del Medioambiente. https://www.ambientum.com/

American Public Health Association, American Water Works Association, & Water Environment Federation. (2018). *Standard Methods For the examination of water and wastewater 23rd edition*. Standard Methods. https://www.standardmethods.org/Buy/

Aragon Salgado, L. G. (2016). *Estadística En El Área De Las Ciencias Sociales Y Administrativas*. https://www.alpha-editorial.com/E-book/9786076226490/Estadistica+en+el+Area+de+las+Ciencias+Sociales+y+Administrativas++1ed

Centro Panamericano de Ingenieria Sanitaria y Ciencias del Ambiente. (2005). *Tratamiento de agua para consumo humano Plantas de filtración rápida Manual III: Evaluacion de plantas de tecnologia apropiada* (Vol. 1). http://www.ingenieriasanitaria.com.pe/pdf/manual3/ma3_cap3.pdf

Crites, R., & Tchobanoglous, G. (2020). Tratamiento de aguas residuales en pequeñas poblaciones / R. Crites, G. Tchobanoglous ; pról. De George S. Nolte ; tr. Por

Miller Camargo, Libia Patricia Pardo, Guillermo Mejía. *SERBIULA (sistema Librum 2.0)*.

Daija, L., Selberg, A., Rikmann, E., Zekker, I., Tenno, T., & Tenno, T. (2016). The influence of lower temperature, influent fluctuations and long retention time on the performance of an upflow mode laboratory-scale septic tank. *Desalination and Water Treatment*, *57*(40), 18679-18687. https://doi.org/10.1080/19443994.2015.1094421

Escalante, E. R. (2005). Tanques sépticos. Conceptos teóricos base y aplicaciones. *Tecnología en Marcha V.18*, *18*, 8.

Fernández, E. S., Garrido, J. M., & Coda, F. E. (2008). *Eliminación del nitrógeno amoniacal en aguas residuales sanitarias*. 6.

Ferrer Polo, J., Seco Torrecillas, A., & Robles Martínez, Á. (2018). *Tratamientos biológicos de aguas residuales (3a. Ed.).* Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia.

Garzón Zúñiga, M., González Zurita, J., & García Barrios, R. (2016). *Evaluación de un sistema de tratamiento doméstico para reúso de agua residual*. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992016000200199

Gómez, I. C. (2000). *Saneamiento Ambiental*. EUNED.

Gonzales, L. (s. f.). *Nitrógeno amoniacal, importancia de su determinación*.

González, L. (2013). Nitrógeno amoniacal, importancia de su determinación. *Mente & Materia*, *4*(1), 12-13.

Gutiérrez Pulido, H. (2003). *Análisis y diseño de experimentos*. 564.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw Hill Interamericana.

Metcalf & Eddy. (1995a). *INGENIERÍA DE AGUAS RESIDUALES (Tratamiento, vertido y reutilización)—[Metcalf]—Tomo I*. McGRAW-HILL.

Metcalf & Eddy. (1995b). *INGENIERÍA DE AGUAS RESIDUALES (Tratamiento, vertido y reutilización)—[Metcalf]—Tomo I*. McGRAW-HILL.

Ministerio de agricultura y riego. (2015). *Manual N°5 Medicion de agua*. https://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/manual-riego/manual5.pdf

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental. (2014). *Www.oefa.gob.pe.pdf*. https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2017). *Informe mundial de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos, 2017: Aguas residuales: El recurso no explotado; 2017*. https://unesdoc.unesco.org/in/documentViewer.xhtml?v=2.1.196&id=p::usmarcdef_0000247647&file=/in/rest/annotationSVC/DownloadWatermarkedAttachment/attach_import_1d789121-19f2-41a2-95eb-d848cdf39fd0%3F_%3D247647spa.pdf&locale=en&multi=true&ark=/ark:/48223/pf0000247647/PDF/247647spa.pdf#%5B%7B%22num%22%3A759%2C%22gen%22%3A0%7D%2C%7B%22name%22%3A%22XYZ%22%7D%2Cnull%2Cnull%2C0%5D

Organizacion Panamericana de la Salud, & Centro panamericano de ingenieria sanitaria y ciencias del ambiente. (2005). *GUÍA PARA LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE TANQUES SÉPTICOS, TANQUES IMHOFF Y LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN*. http://minos.vivienda.gob.pe:8081/Documentos_Sica/Modulos/FTA/SECCION%20IV/4.14/118051621_8.%20MANUAL%20DE%20OYM%20TANQUE%20IMHOFF.pdf

Polprasert, C., & Rajput, V. (1982). *ENVIRONMENTAL SANITATION REVIEWS, SEPTIC TANK AND SEPTIC SYSTEMS*. https://www.ircwash.org/sites/default/files/323.2-82SE-884.pdf

Ramalho, R. S. (1996). *Tratamiento de aguas residuales*. Reverte.

Reglamento Nacional de Edificaciones. (2006). *NORMA TECNICA IS.020 TANQUES SEPTICOS*. https://www.saludarequipa.gob.pe/desa/archivos/Normas_Legales/saneamiento/IS.020.pdf

Rios Montes, R. (/). DISMINUCIÓN DE LA CARGA CONTAMINANTE ORGÁNICA DEL EFLUENTE DE LAS CÁMARAS SÉPTICAS UTILIZADAS EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS EN LA CIUDAD DE SANTA CRUZ DE LA SIERRA. *Revista Tecnociencia Universitaria Bolivia*, 14.

Rodrigo, M. F., & J. Gabriel, M. (2014). *Estadistica II*. http://ocw.uv.es/ciencias-de-la-salud/estadistica-ii/practica_global_temas_1_a_3.pdf

Romero Rojas, J. A. (2000a). *Tratamiento de Aguas Residuales. Teoria y principios de diseño* (1ra ed.). Escuela colombiana de ingenieria. http://www.etp.com.py/fichaLibro?bookId=84059

Romero Rojas, J. A. (2000b). *Tratamiento de Aguas Residuales. Teoria y principios de diseño* (1ra ed.). Escuela colombiana de ingenieria. http://www.etp.com.py/fichaLibro?bookId=84059

Russell, D. L. (2012). *Tratamiento de aguas residuales: Un enfoque práctico*. Editorial Reverte.

Sánchez Rojas, J. A. (2016). Eficiencia de remoción de nitrógeno en un sistema unifamiliar de tanque séptico mas filtro percolador. *Universidad Nacional de Cajamarca*. https://doi.org/T/P10/C512/2016

Serrano Salas, H. (2005). *Evaluacion ambiental y sanitaria de dos sistemas individuales de tratamiento de aguas residuales domesticas mediante la construccion de prototipos a escala natural* [Universidad de Costa Rica]. http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/929/1/26180.pdf

Sinnatamby, G., & Duncan, M. (1986). Rational design of septic tanks in warm climates. *The public health engineer*, *14*(4), 49-55.

SUNASS, D. (2015). *DIAGNOSTICO DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL AMBITO DE OPERACION DE LAS ENTIDADES PRESTADORAS DE SERVICIO DE SANEAMIENTO* (1°). https://www.sunass.gob.pe/doc/Publicaciones/ptar.pdf

Superintendencia Nacional de Servicios y Saneamiento. (2008). *Libro_ptar_gtz_sunass.pdf*. http://www.sunass.gob.pe/doc/Publicaciones/libro_ptar_gtz_sunass.pdf

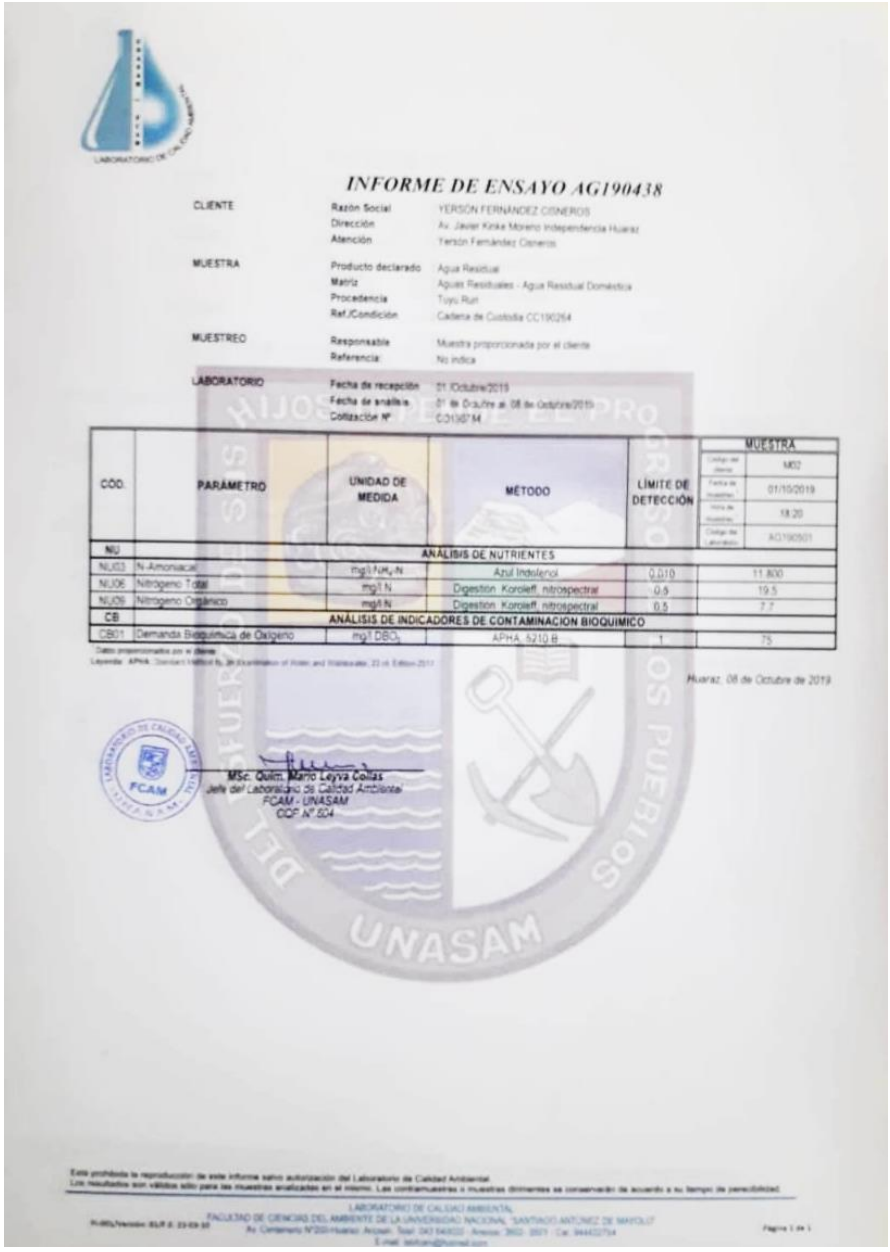
United Nations Environmet. (2019, mayo 4). *Mejorar el tratamiento de aguas residuales es crucial para la salud humana y los ecosistemas*. UN Environment. http://www.unenvironment.org/es/noticias-y-reportajes/reportajes/mejorar-el-tratamiento-de-aguas-residuales-es-crucial-para-la

Vela Rios, I. M. (2019). Eficiencia de un Tanque Imhoff-HA a escala, para mejorar la calidad de las aguas servidas municipales del distrito de Habana, Moyobamba. *Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto*. http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/3164

ANEXOS

ANEXO 1: ESTUDIO DE CARACTERIZACION – PARAMETROS DE CALIDAD

Imagen 9 Caracterización de aguas residuales



LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL

INFORME DE ENSAYO AG190438

CLIENTE	Razón Social	YERSÓN FERNÁNDEZ CISNEROS
	Dirección	Av. Javier Kinka Moreno Independencia Huaraz
	Atención	Yersón Fernández Cisneros
MUESTRA	Producto declarado	Agua Residual
	Matriz	Aguas Residuales - Agua Residual Doméstica
	Procedencia	Toyu Run
	Ref./Condición	Cadena de Custodia CC190264
MUESTREO	Responsable	Muestra proporcionada por el cliente
	Referencia:	No indica
LABORATORIO	Fecha de recepción	01 /Octubre/2019
	Fecha de análisis	01 de Octubre al 08 de Octubre/2019
	Cotización Nº	C0103-14

COD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA
					Código del cliente: M02
					Fecha de muestreo: 01/10/2019
					Hora de muestreo: 18:20
					Código de laboratorio: AG190501
NU	ANÁLISIS DE NUTRIENTES				
NU03	N-Amoniacal	mg/l NH_3-N	Azul Indofenol	0.010	11.800
NU06	Nitrógeno Total	mg/l N	Digestion Koroleff, nitrospectral	0.5	19.5
NU09	Nitrógeno Orgánico	mg/l N	Digestion Koroleff, nitrospectral	0.5	7.7
CB	ANÁLISIS DE INDICADORES DE CONTAMINACIÓN BIOQUÍMICO				
CB01	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l DBO_5	APHA, 5210 B	1	75

Datos proporcionados por el cliente

Leyenda: APHA: Standard Method 5, 20 Examination of Water and Wastewater, 23 rd. Edition 2017

Huaraz, 08 de Octubre de 2019

FCAM

MSc. Quím. Mario Leyva Collas
Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
FCAM - UNASAM
CQP N° 504

Está prohibida la reproducción de este informe sativo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.
Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirimentes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL
FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"
Av. Centenario N°200-Huaraz, Anexos: Tel: 043 426222 , Anexos: 2802, 2801 Cel. 944622754
E-mail: labfcam@hotmail.com

Tabla N° 23 Aforo del caudal en el buzón de captación del centro experimental

DIAS	HORA DE MUESTREO	DIAMETRO INT. (mm)	PENDIENTE (m/m)	CAUDAL (l/s)	CAUDAL (l/h)	CAUDAL (m3/Dia)
DIA 1	6.00 Am	162.4	0.218	0.7	2520	60.48
	7.00 Am	162.4	0.218	0.7	2520	60.48
	8.00 Am	162.4	0.218	1.6	5760	138.24
	9.00 Am	162.4	0.218	0.5	1800	43.2
	10.00 Am	162.4	0.218	0.3	1080	25.92
	11.00 Am	162.4	0.218	0.1	360	8.64
	12.00 Pm	162.4	0.218	0.1	360	8.64
	1.00 Pm	162.4	0.218	0.1	360	8.64
	2.00 Pm	162.4	0.218	0.1	360	8.64
	3.00 Pm	162.4	0.218	0.1	360	8.64
	4.00 Pm	162.4	0.218	1.6	5760	138.24
	5.00 Pm	162.4	0.218	0.5	1800	43.2
	6.00 Pm	162.4	0.218	0.1	360	8.64
DIA 2	6.00 Am	162.4	0.218	0.2	720	17.28
	7.00 Am	162.4	0.218	0.5	1800	43.2
	8.00 Am	162.4	0.218	0.8	2880	69.12
	9.00 Am	162.4	0.218	0.7	2520	60.48
	10.00 Am	162.4	0.218	0.5	1800	43.2
	11.00 Am	162.4	0.218	0.1	360	8.64
	12.00 Pm	162.4	0.218	0.4	1440	34.56
	1.00 Pm	162.4	0.218	0.3	1080	25.92
	2.00 Pm	162.4	0.218	1.8	6480	155.52
	3.00 Pm	162.4	0.218	0.4	1440	34.56
	4.00 Pm	162.4	0.218	0.7	2520	60.48
	5.00 Pm	162.4	0.218	1.6	5760	138.24
	6.00 Pm	162.4	0.218	2.3	8280	198.72
DIA 3	6.00 Am	162.4	0.218	0.2	720	17.28
	7.00 Am	162.4	0.218	0.3	1080	25.92
	8.00 Am	162.4	0.218	0.1	360	8.64
	9.00 Am	162.4	0.218	0.3	1080	25.92
	10.00 Am	162.4	0.218	0.1	360	8.64
	11.00 Am	162.4	0.218	0.2	720	17.28
	12.00 Pm	162.4	0.218	0.3	1080	25.92
	1.00 Pm	162.4	0.218	0.5	1800	43.2
	2.00 Pm	162.4	0.218	0.7	2520	60.48
	3.00 Pm	162.4	0.218	0.2	720	17.28

	4.00 Pm	162.4	0.218	0.3	1080	25.92
	5.00 Pm	162.4	0.218	0.2	720	17.28
	6.00 Pm	162.4	0.218	0.2	720	17.28
	6.00 Am	162.4	0.218	0.3	1080	25.92
	7.00 Am	162.4	0.218	0.3	1080	25.92
	8.00 Am	162.4	0.218	0.1	360	8.64
	9.00 Am	162.4	0.218	0.2	720	17.28
	10.00 Am	162.4	0.218	0.1	360	8.64
	11.00 Am	162.4	0.218	0.2	720	17.28
DIA 4	12.00 Pm	162.4	0.218	0.5	1800	43.2
	1.00 Pm	162.4	0.218	1	3600	86.4
	2.00 Pm	162.4	0.218	0.8	2880	69.12
	3.00 Pm	162.4	0.218	0.2	720	17.28
	4.00 Pm	162.4	0.218	0.7	2520	60.48
	5.00 Pm	162.4	0.218	0.4	1440	34.56
	6.00 Pm	162.4	0.218	0.3	1080	25.92
	6.00 Am	162.4	0.218	0.5	1800	43.2
	7.00 Am	162.4	0.218	0.8	2880	69.12
	8.00 Am	162.4	0.218	1.1	3960	95.04
	9.00 Am	162.4	0.218	0.1	360	8.64
	10.00 Am	162.4	0.218	0.2	720	17.28
	11.00 Am	162.4	0.218	0.1	360	8.64
DIA 5	12.00 Pm	162.4	0.218	0.3	1080	25.92
	1.00 Pm	162.4	0.218	0.2	720	17.28
	2.00 Pm	162.4	0.218	1.3	4680	112.32
	3.00 Pm	162.4	0.218	1.6	5760	138.24
	4.00 Pm	162.4	0.218	0.2	720	17.28
	5.00 Pm	162.4	0.218	0.1	360	8.64
	6.00 Pm	162.4	0.218	0.1	360	8.64

ANEXO 02 MEMORIA DE CALCULO DE LOS TANQUES SÉPTICOS

Tabla N° 24 Diseño de tanques sépticos

DISEÑO DEL TANQUE SEPTICO (T1)	RELACION L/B				
RELACION L/B	1.96	2.30	2.73	3.30	UND
2.- DOTACION (LT/HAB/DIA)	80	80	80	80	l/Hab/Dia
3.- CAUDAL DE AGUAS RESIDUALES (m3/día)					
Q = 0.80 * Pob.* dot./1,000	1.22	1.22	1.22	1.22	m3/día
(*) SI EL CAUDAL ES <20m3/día USAR TANQUE SEPTICO	0.01407	0.01407	0.01407	0.01407	l/s
4.- PERIODO DE RETENCION (DIAS)					
	0.25	0.25	0.25	0.25	dias
5.- VOLUMEN DE SEDIMENTACION (Vs) (m3)					
Vs = Q (m3/d) * PR (d)	0.30	0.30	0.30	0.30	m^3
6.- TASA DE ACUMULACION DE LODOS (L/H/AÑO)	70	70	70	70	l/hab/año
	0.08	0.08	0.08	0.08	Años
7.- PERIODO DE LIMPIEZA (AÑOS)	1.0	1.0	1.0	1.0	Meses
8.- VOLUMEN DE ACUMULACION DE LODOS (Vd) (m3)		0.11	0.11	0.11	m^3
Vd = Pob * TAL * PL/1000	0.11				
9.- VOLUMEN MINIMO DE NATAS (m3)	0.082966667	0.0829667	0.0829667	0.0829667	m^3
10.- VOLUMEN DE Vs + Vd	0.41	0.41	0.41	0.41	m^3
Dimensionamiento de tanque séptico asumimos altura útil	H= 0.50	0.50	0.50	0.50	m
Área útil (m2)	0.830	0.830	0.830	0.830	m^2
Relación L/B	1.96	2.30	2.73	3.30	
Longitud útil (m) L/B	L= 1.27	1.38	1.50	1.65	m
Ancho útil (m)	B= 0.65	0.60	0.55	0.50	m
11.- PROFUNDIDAD MIN. DE ESPUMA SUMERGIDA (He) (m)	0.10				
He=0.7/A		0.10	0.10	0.10	He
12.- PROFUNDIDAD DE ESPACIO LIBRE (Hs) (m)					
Hs=Vs/A	0.37	0.37	0.37	0.37	Hs
13.- PROFUNDIDAD DE LODOS (Hd) (m)					
Hs=Vd/A	0.13	0.13	0.13	0.13	m
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
Largo (m)	1.27	1.38	1.50	1.65	m
Ancho (m)	0.65	0.60	0.55	0.50	m

ANEXO 03: PLANO DE LOS TANQUES SÉPTICOS

Imagen 10 Vista en planta de los tanques sépticos

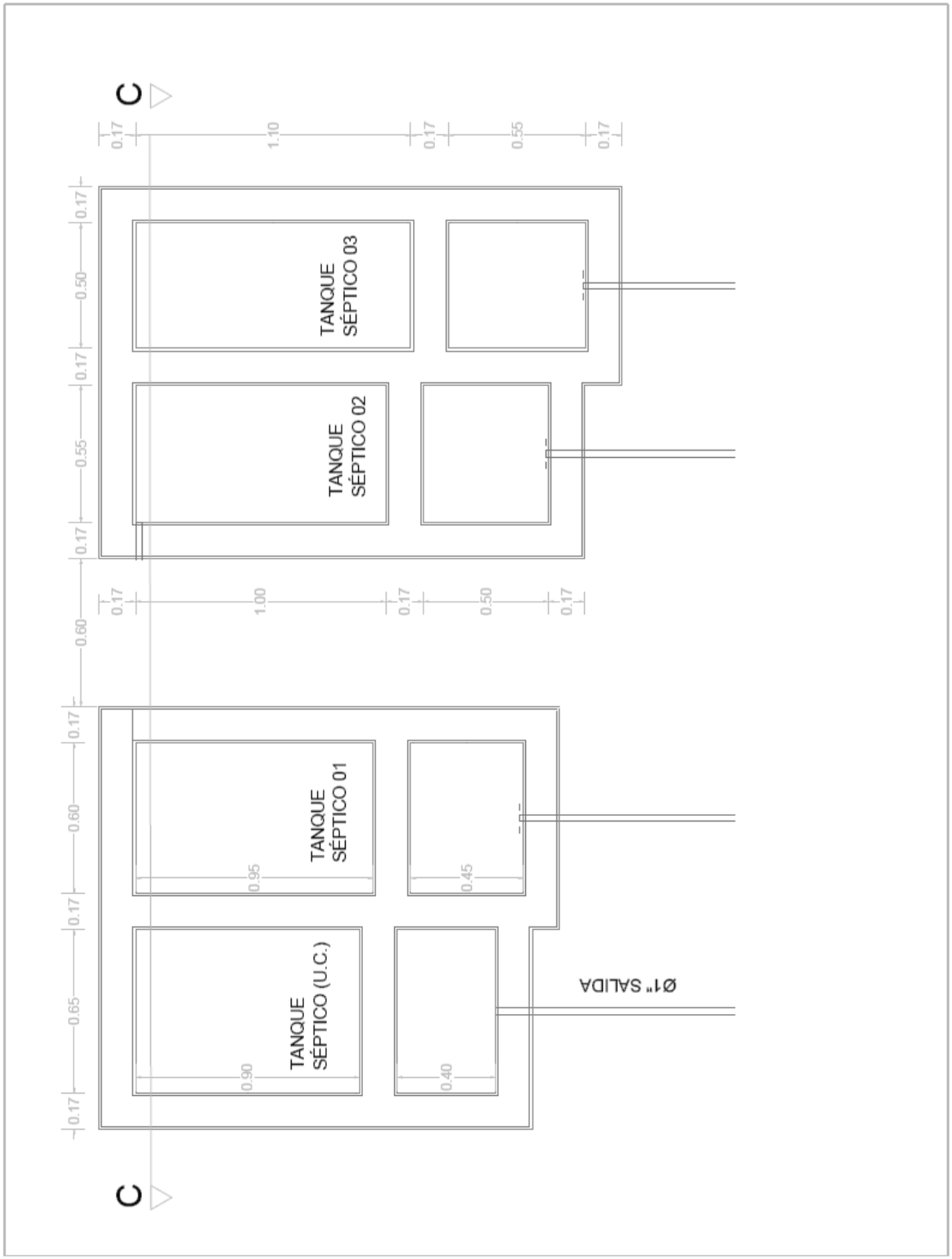
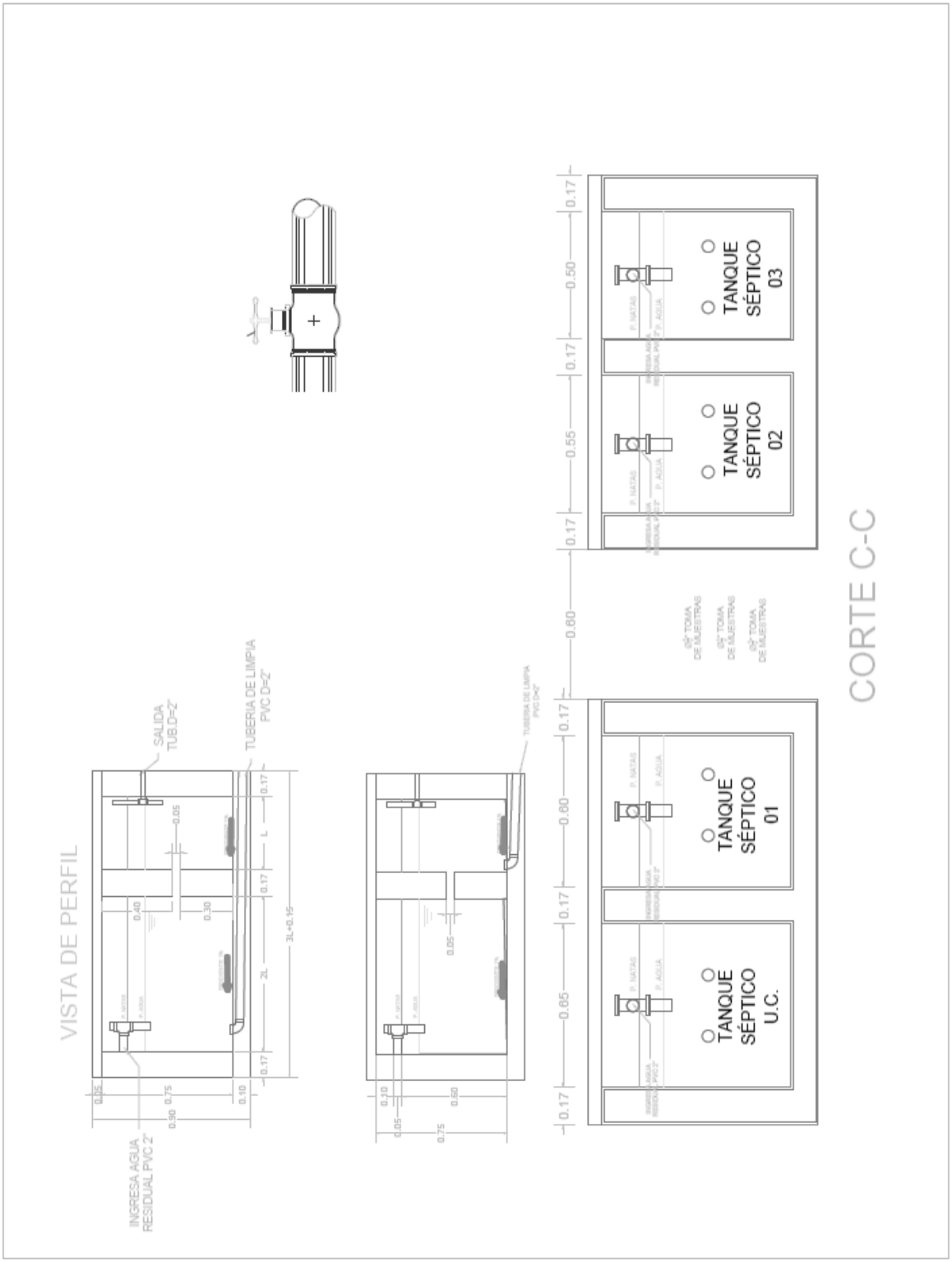


Imagen 11 Vista en perfil de los tanques sépticos



ANEXO 04: DATOS DE LOS MUESTREOS

Tabla N° 25 Datos de Nitrogeno amoniacal

Dias	N-NH4 (mg/l)					%Remoción TS.01	%Remoción TS.02	%Remoción TS.03	%Remoción TS.04
	Efluente	salida TS.01	salida TS.02	salida TS.03	salida TS.04				
0	51,428	41,117	43,050	46,273	50,139	20.05%	16.29%	10.03%	2.51%
7	49,495	28,228	32,094	33,383	35,961	42.97%	35.16%	32.55%	27.34%
14	49,785	17,272	23,716	4,382	25,005	65.31%	52.36%	91.20%	49.77%
21	39,441	39,441	43,308	38,475	39,441	0.00%	0.00%	2.45%	0.00%
35	24,071	12,664	19,334	18,754	19,141	47.39%	19.68%	22.09%	20.48%
42	44,51	33,673	35,929	40,924	33,351	25.09%	20.07%	8.96%	25.81%
49	21,187	22,556	17,803	25,456	23,523	0.00%	15.97%	0.00%	0.00%
56	49,866	35,365	35,768	35,204	35,284	29.08%	28.27%	29.40%	29.24%
63	60,902	36,735	36,573	36,815	36,171	39.68%	39.95%	39.55%	40.61%
70	25,311	16,402	16,756	10,553	19,173	35.20%	33.80%	58.31%	24.25%
77	37,395	30,354	30,387	29,291	29,331	18.83%	18.74%	21.67%	21.56%
84	36,735	34,962	35,123	34,882	35,365	4.82%	4.39%	5.04%	3.73%
91	33,029	31,659	45,596	31,659	15,225	4.15%	0.00%	4.15%	53.90%
98	49,624	33,512	27,068	37,298	26,181	32.47%	45.45%	24.84%	47.24%
105	45,113	30,854	43,985	30,854	14,420	31.61%	2.50%	31.61%	68.04%
112	48,013	31,095	23,040	33,271	23,765	35.23%	52.01%	30.70%	50.50%

Tabla N° 26 Datos de temperatura

Dias	T C°					Relación de afluente y efluente T°			
	AA.RR E.	A. T.S 01	A. T.S 02	A. T.S 03	A. T.S 04	CS/Co T1	CS/Co T2	CS/Co T3	CS/Co T4
0	18,00	17,10	18,00	18,50	18,40	0.95	1.00	1.03	1.02
3	16,80	16,80	16,50	16,40	16,70	1.00	0.98	0.98	0.99
4	20,40	17,60	18,00	17,90	17,80	0.86	0.88	0.88	0.87
7	17,70	17,10	17,00	17,20	17,40	0.97	0.96	0.97	0.98
9	18,00	17,00	17,00	17,50	17,50	0.94	0.94	0.97	0.97
11	17,00	17,20	17,00	16,80	17,10	1.01	1.00	0.99	1.01
14	19,40	17,90	18,50	18,80	18,90	0.92	0.95	0.97	0.97
16	18,80	17,30	17,20	17,30	17,90	0.92	0.91	0.92	0.95
19	18,40	18,20	18,30	18,10	18,20	0.99	0.99	0.98	0.99
21	18,60	17,70	17,80	17,70	17,60	0.95	0.96	0.95	0.95
23	20,40	18,70	18,60	19,00	19,30	0.92	0.91	0.93	0.95
27	16,70	17,80	18,00	17,50	17,5	1.07	1.08	1.05	1.05
28	16,30	18,10	18,20	17,80	17,60	1.11	1.12	1.09	1.08
30	18,80	18,20	17,80	18,30	18,20	0.97	0.95	0.97	0.97
32	17,90	17,00	17,10	17,20	17,00	0.95	0.96	0.96	0.95
35	16,60	17,40	17,60	17,30	17,90	1.05	1.06	1.04	1.08
37	18,80	18,20	18,40	18,50	18,00	0.97	0.98	0.98	0.96
39	19,10	18,60	19,20	18,30	18,80	0.97	1.01	0.96	0.98
42	19,30	18,80	18,80	18,90	19,00	0.97	0.97	0.98	0.98
44	19,20	18,10	18,60	18,40	18,70	0.94	0.97	0.96	0.97

45	19,00	18,00	18,10	18,30	18,70	0.95	0.95	0.96	0.98
49	18,00	17,80	17,90	18,00	18,00	0.99	0.99	1.00	1.00
51	18,60	17,30	17,60	17,60	17,80	0.93	0.95	0.95	0.96
54	18,80	17,80	18,30	18,50	18,60	0.95	0.97	0.98	0.99
56	18,40	16,70	16,80	16,90	16,70	0.91	0.91	0.92	0.91
58	18,40	16,30	16,10	16,20	16,30	0.89	0.88	0.88	0.89
61	17,90	16,70	16,80	16,80	16,60	0.93	0.94	0.94	0.93
63	18,30	16,40	16,50	16,80	17,00	0.90	0.90	0.92	0.93
65	18,90	18,80	18,90	19,60	19,70	0.99	1.00	1.04	1.04
67	18,10	16,70	18,40	17,80	17,00	0.92	1.02	0.98	0.94
70	17,60	17,30	17,50	17,60	17,60	0.98	0.99	1.00	1.00
72	17,40	17,30	18,00	18,20	18,10	0.99	1.03	1.05	1.04
75	16,50	17,00	17,50	17,40	17,60	1.03	1.06	1.05	1.07
77	18,40	18,80	18,00	18,80	18,50	1.02	0.98	1.02	1.01
79	20,50	19,50	19,70	19,70	19,80	0.95	0.96	0.96	0.97
80	18,70	17,90	17,90	18,00	18,00	0.96	0.96	0.96	0.96
84	20,20	18,90	19,40	19,60	19,50	0.94	0.96	0.97	0.97
86	19,00	18,00	18,20	18,20	18,30	0.95	0.96	0.96	0.96
90	18,30	16,80	17,60	17,70	17,10	0.92	0.96	0.97	0.93
91	17,90	16,70	17,20	15,70	17,30	0.93	0.96	0.88	0.97
93	19,40	18,30	18,60	18,80	18,90	0.94	0.96	0.97	0.97
95	19,60	18,00	18,30	18,40	18,60	0.92	0.93	0.94	0.95
98	20,80	18,90	19,90	20,00	20,10	0.91	0.96	0.96	0.97
101	20,80	18,30	18,20	18,40	18,30	0.88	0.88	0.88	0.88
105	20,20	18,80	19,00	19,00	19,10	0.93	0.94	0.94	0.95

Tabla N° 27 Datos de Ph

		pH				Ts/To			
DIAS	AA.RR E.	A. T.S 01	A. T.S 02	A. T.S 03	A. T.S 04	T1	T2	T3	T4
0	7,89	7,59	7,58	7,56	7,69	0.96	0.96	0.96	0.97
3	7,18	7,49	7,50	7,48	7,59	1.04	1.04	1.04	1.06
4	7,53	7,34	7,32	7,33	7,36	0.97	0.97	0.97	0.98
7	7,54	7,38	7,36	7,30	7,35	0.98	0.98	0.97	0.97
9	7,59	7,43	7,40	7,45	7,59	0.98	0.97	0.98	1.00
11	7,09	7,35	7,30	7,32	7,45	1.04	1.03	1.03	1.05
14	7,43	7,55	7,41	7,48	7,49	1.02	1.00	1.01	1.01
16	7,50	7,63	7,54	7,47	7,49	1.02	1.01	1.00	1.00
19	7,46	7,42	7,39	7,40	7,55	0.99	0.99	0.99	1.01
21	7,50	7,27	7,34	7,35	7,35	0.97	0.98	0.98	0.98
23	7,51	7,48	7,36	7,65	7,60	1.00	0.98	1.02	1.01
28	7,56	7,57	7,47	7,52	7,52	1.00	0.99	0.99	0.99
30	7,75	7,39	7,62	7,65	7,67	0.95	0.98	0.99	0.99
32	7,34	7,50	7,54	7,61	7,48	1.02	1.03	1.04	1.02
35	7,50	7,55	7,54	7,46	7,55	1.01	1.01	0.99	1.01
39	7,71	7,63	7,55	7,51	7,68	0.99	0.98	0.97	1.00
42	7,71	7,59	7,60	7,63	7,52	0.98	0.99	0.99	0.98
42	7,66	7,59	7,51	7,50	7,66	0.99	0.98	0.98	1.00

45	7,52	7,61	7,70	7,66	7,69	1.01	1.02	1.02	1.02
49	7,73	7,67	7,61	7,56	7,64	0.99	0.98	0.98	0.99
51	7,90	7,60	7,66	7,48	7,63	0.96	0.97	0.95	0.97
54	7,69	7,63	7,63	7,45	7,56	0.99	0.99	0.97	0.98
56	7,62	7,63	7,70	7,74	7,73	1.00	1.01	1.02	1.01
58	7,85	7,65	7,64	7,60	7,64	0.97	0.97	0.97	0.97
63	7,20	7,65	7,66	7,83	7,74	1.06	1.06	1.09	1.08
67	7,76	7,69	7,68	7,68	7,68	0.99	0.99	0.99	0.99
70	7,66	7,71	7,72	7,71	7,69	1.01	1.01	1.01	1.00
72	7,78	7,90	7,79	7,68	7,71	1.02	1.00	0.99	0.99
75	7,79	7,67	7,68	7,65	7,66	0.98	0.99	0.98	0.98
77	7,56	7,47	7,82	7,48	7,61	0.99	1.03	0.99	1.01
79	7,63	7,61	7,58	7,53	7,58	1.00	0.99	0.99	0.99
80	7,65	7,59	7,53	7,55	7,61	0.99	0.98	0.99	0.99
84	7,96	7,74	7,70	7,71	7,72	0.97	0.97	0.97	0.97
86	7,31	7,70	7,68	7,60	7,60	1.05	1.05	1.04	1.04
90	7,86	7,76	7,73	7,72	7,70	0.99	0.98	0.98	0.98
91	7,81	7,68	7,69	7,71	7,76	0.98	0.98	0.99	0.99
95	7,80	7,63	7,67	7,81	7,62	0.98	0.98	1.00	0.98
98	7,53	7,58	7,55	7,57	7,66	1.01	1.00	1.01	1.02
101	7,81	7,91	7,73	7,68	7,73	1.01	0.99	0.98	0.99
105	7,96	7,56	7,63	7,46	7,65	0.95	0.96	0.94	0.96

Tabla N° 28 Datos de caudal

	Q (l/s)			
Dias	A. T.S 01	A. T.S 02	A. T.S 03	A. T.S 04
11	0.016	0.016	0.0168	0.016
12	0.0121	0.0082	0.0106	0.0102
13	0.0115	0.0116	0.0105	0.011
31	0.0255	0.0238	0.0210	0.0249
32	0.0158	0.016	0.0156	0.0165
33	0.0179	0.0116	0.0082	0.0115
34	0.016	0.0163	0.0160	0.0164
35	0.017	0.0171	0.0168	0.0169
36	0.017	0.0179	0.0160	0.0159
37	0.0161	0.0164	0.0168	0.0163
40	0.0145	0.0145	0.0152	0.0145
44	0.0169	0.0178	0.0145	0.0158
45	0.0158	0.016	0.0160	0.0167
46	0.0159	0.0162	0.0158	0.0166
47	0.0171	0.0178	0.0168	0.0158
49	0.0156	0.0159	0.0154	0.0164
50	0.0159	0.0153	0.0159	0.016
56	0.0158	0.0171	0.0160	0.0154
57	0.017	0.017	0.0169	0.0168
59	0.0157	0.0161	0.0158	0.0164

62	0.0159	0.0162	0.0159	0.0164
64	0.0169	0.017	0.0167	0.0168
66	0.0171	0.0175	0.0172	0.017
67	0.0161	0.0164	0.0168	0.0163
68	0.0159	0.0169	0.0158	0.016
69	0.0169	0.0168	0.0166	0.017
70	0.0165	0.0175	0.0139	0.0153
72	0.022	0.02	0.0200	0.018
73	0.0169	0.0175	0.0168	0.016
74	0.0173	0.017	0.0168	0.0159
75	0.0161	0.0164	0.0161	0.0164
76	0.0159	0.0161	0.0158	0.0166
81	0.0161	0.0164	0.0161	0.0166
83	0.031	0.0341	0.0294	0.0284
85	0.0167	0.017	0.0159	0.0153
86	0.0171	0.0159	0.0160	0.0179
87	0.0162	0.0163	0.0166	0.017

Tabla N° 29 Datos de turbiedad

TURBIEDAD UNT						Remoción de turbiedad			
DIAS	AA.RRE.	A. T.S 03	A. T.S 04	A. T.S 05	A. T.S 06	Remoción T1	Remoción T2	Remoción T3	Remoción T4
0	108,60	76,90	60,40	57,50	72,20	0.29	0.44	0.47	0.34
7	338,00	52,90	31,60	40,30	88,90	0.84	0.91	0.88	0.74
14	184,00	57,40	60,20	38,60	50,60	0.69	0.67	0.79	0.73
21	180,00	75,20	59,20	72,40	79,20	0.58	0.67	0.60	0.56
28	124,60	64,80	61,80	64,60	64,80	0.48	0.50	0.48	0.48
35	183,00	53,40	58,80	43,40	45,50	0.71	0.68	0.76	0.75
42	366,00	95,70	155,80	155,20	127,90	0.74	0.57	0.58	0.65
49	218,00	86,60	79,22	83,10	65,12	0.60	0.64	0.62	0.70
56	233,00	70,80	83,00	57,30	71,90	0.70	0.64	0.75	0.69
63	99,80	51,10	58,70	57,60	60,10	0.49	0.41	0.42	0.40
70	193,70	75,42	60,82	73,81	80,93	0.61	0.69	0.62	0.58
77	170,30	47,10	58,70	45,90	49,90	0.72	0.66	0.73	0.71
84	177,00	47,10	51,60	31,90	44,40	0.73	0.71	0.82	0.75
91	205,00	68,37	55,80	64,40	72,60	0.67	0.73	0.69	0.65
98	183,00	53,40	58,80	43,40	45,50	0.71	0.68	0.76	0.75
105	156,74	72,43	63,51	72,81	81,00	0.54	0.59	0.54	0.48

Tabla N° 30 Datos de oxígeno disuelto

OXIGENO DISUELTO (mg/l)		
SEMANA	DIAS	OD Afluente
SEMANA 1	1	5,91
SEMANA 2	7	5,20
SEMANA 3	14	5,49
SEMANA 4	21	3,90
SEMANA 5	28	4,93
SEMANA 6	35	4,98
SEMANA 7	42	4,08
SEMANA 8	49	5,12
SEMANA 9	56	4,58
SEMANA 10	63	4,42
SEMANA 11	70	4,52
SEMANA 12	77	4,44
SEMANA 13	84	3,59
SEMANA 14	91	3,59
SEMANA 15	98	3,52
SEMANA 16	105	4,01

Tabla N° 31 Datos de tiempo de retención

	Tiempo de retención (dias)			
Dias	A. T.S 01	A. T.S 02	A. T.S 03	A. T.S 04
11	0.217	0.217	0.207	0.217
12	0.287	0.423	0.327	0.340
13	0.302	0.299	0.331	0.316
31	0.136	0.146	0.165	0.139
32	0.220	0.217	0.222	0.210
33	0.194	0.299	0.424	0.302
34	0.217	0.213	0.218	0.212
35	0.204	0.203	0.207	0.205
36	0.204	0.194	0.218	0.218
37	0.216	0.212	0.207	0.213
40	0.239	0.239	0.228	0.239
44	0.205	0.195	0.240	0.220
45	0.220	0.217	0.218	0.208
46	0.218	0.214	0.220	0.209
47	0.203	0.195	0.207	0.220
49	0.223	0.218	0.225	0.212
50	0.218	0.227	0.219	0.217
56	0.220	0.203	0.218	0.225
57	0.204	0.204	0.205	0.207
59	0.221	0.216	0.220	0.212
62	0.218	0.214	0.219	0.212
64	0.205	0.204	0.208	0.207

66	0.203	0.198	0.202	0.204
67	0.216	0.212	0.207	0.213
68	0.218	0.205	0.220	0.217
69	0.205	0.207	0.209	0.204
70	0.210	0.198	0.251	0.227
72	0.158	0.174	0.174	0.193
73	0.205	0.198	0.207	0.217
74	0.201	0.204	0.207	0.218
75	0.216	0.212	0.216	0.212
76	0.218	0.216	0.220	0.209
81	0.216	0.212	0.216	0.209
83	0.112	0.102	0.118	0.122
85	0.208	0.204	0.219	0.227
86	0.203	0.218	0.218	0.194
87	0.214	0.213	0.209	0.204

ANEXO 05: GRAFICA DE DISPERSION DE DATOS

Gráfico N° 18 Grafico de dispersión del Nitrogeno amoniacal

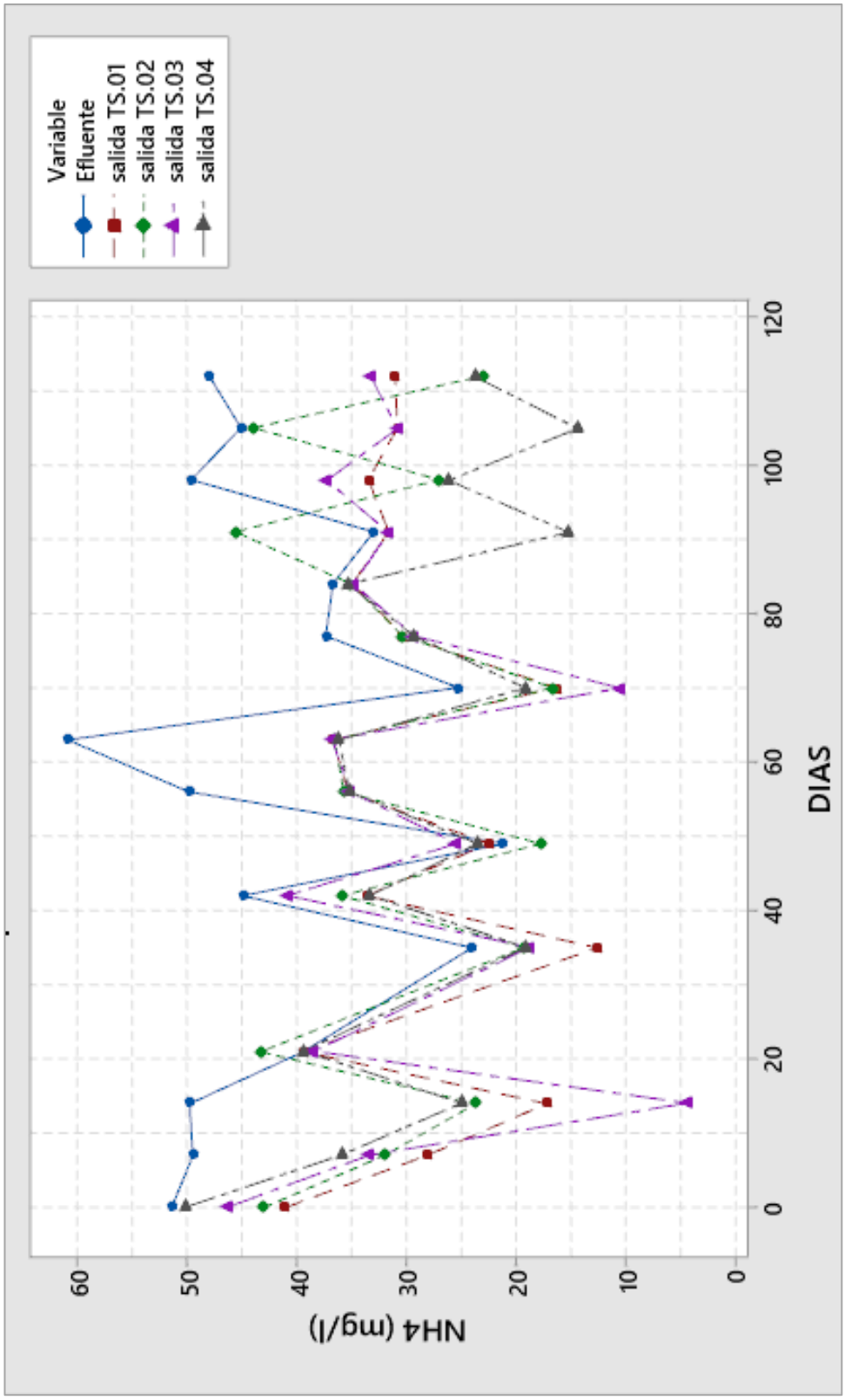


Gráfico N° 19 Grafico de dispersión de la temperatura

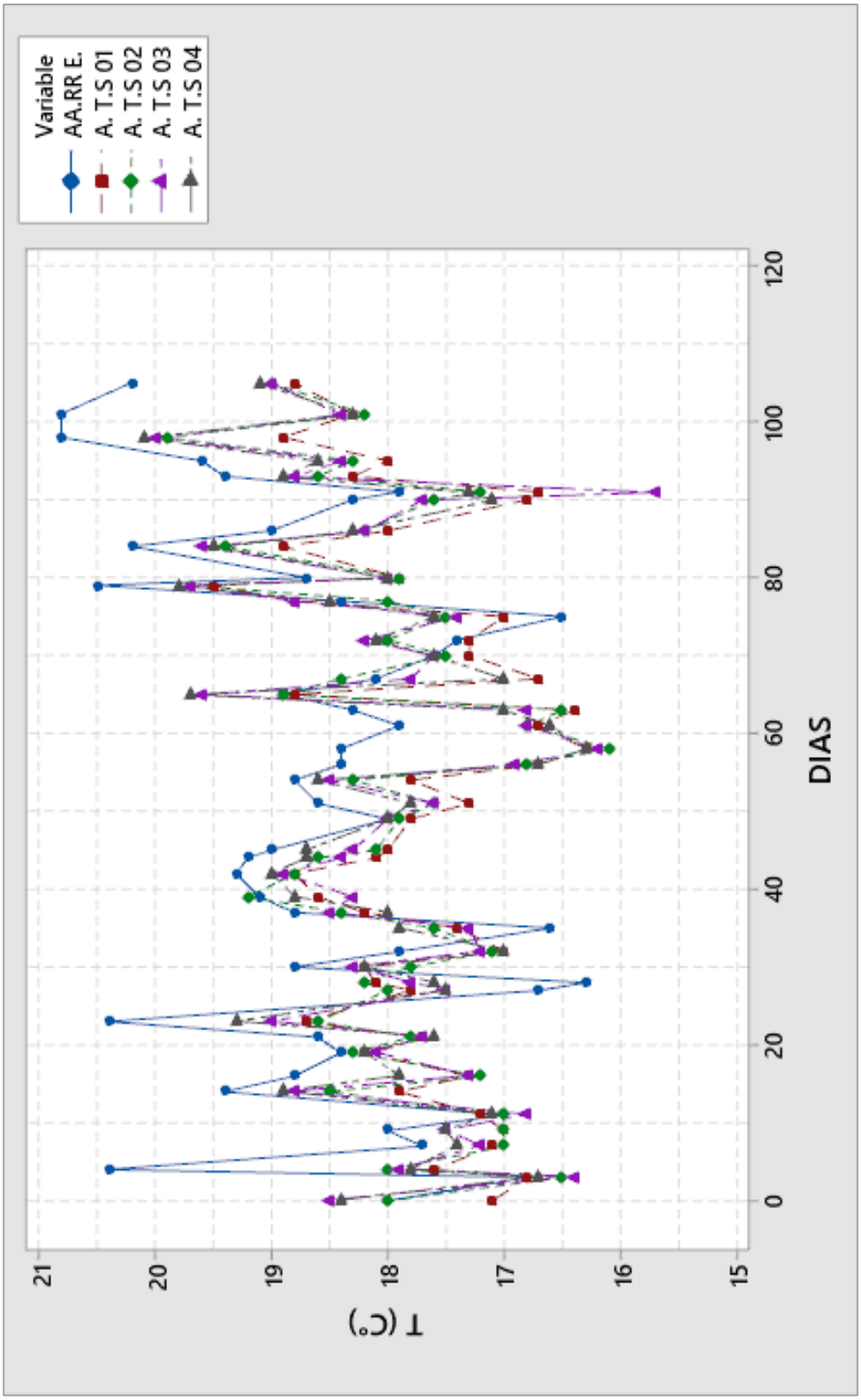


Gráfico N° 20 Grafico de dispersión de Ph

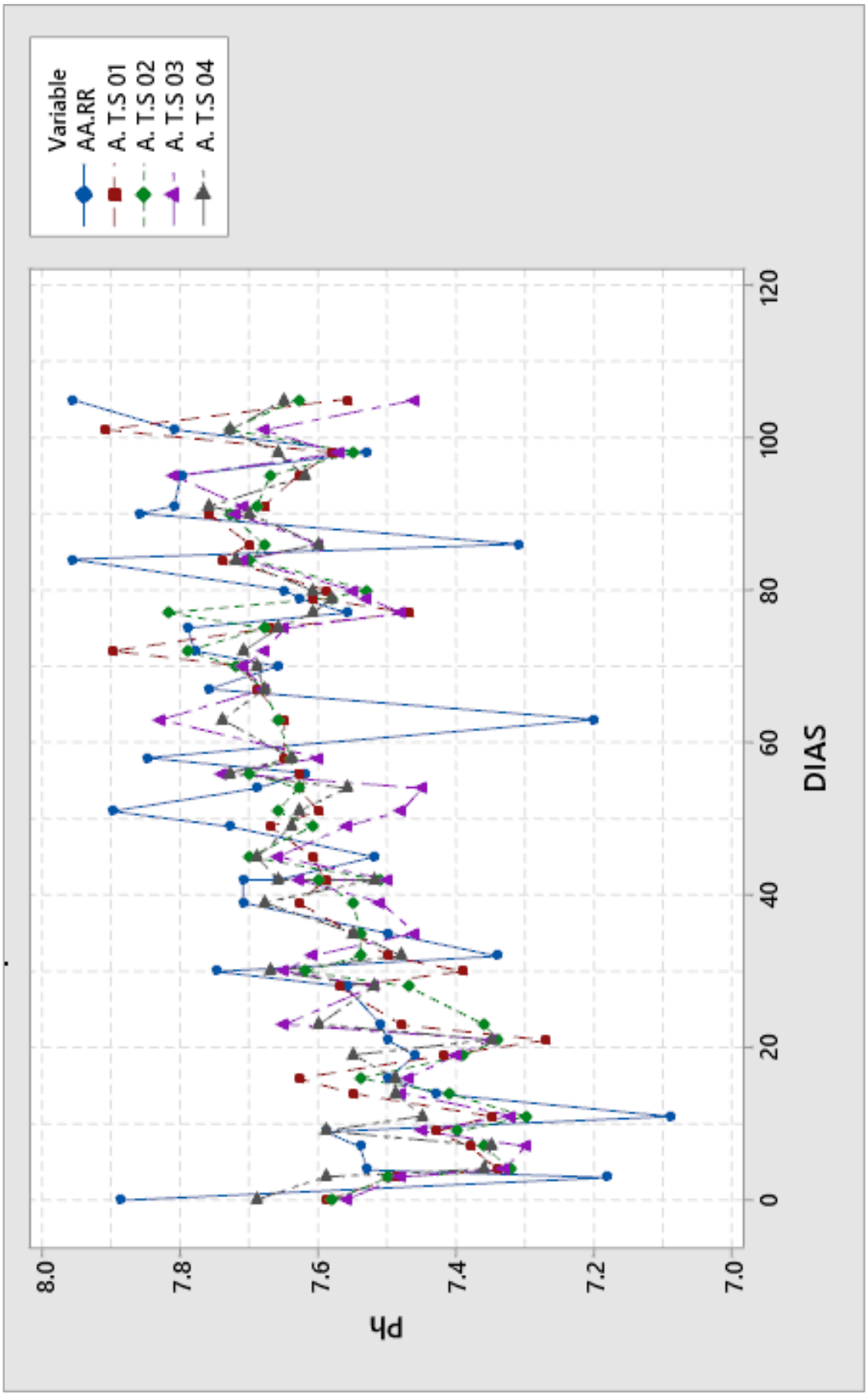


Gráfico N° 21 Grafico de dispersión del caudal de ingreso a los tanques sépticos

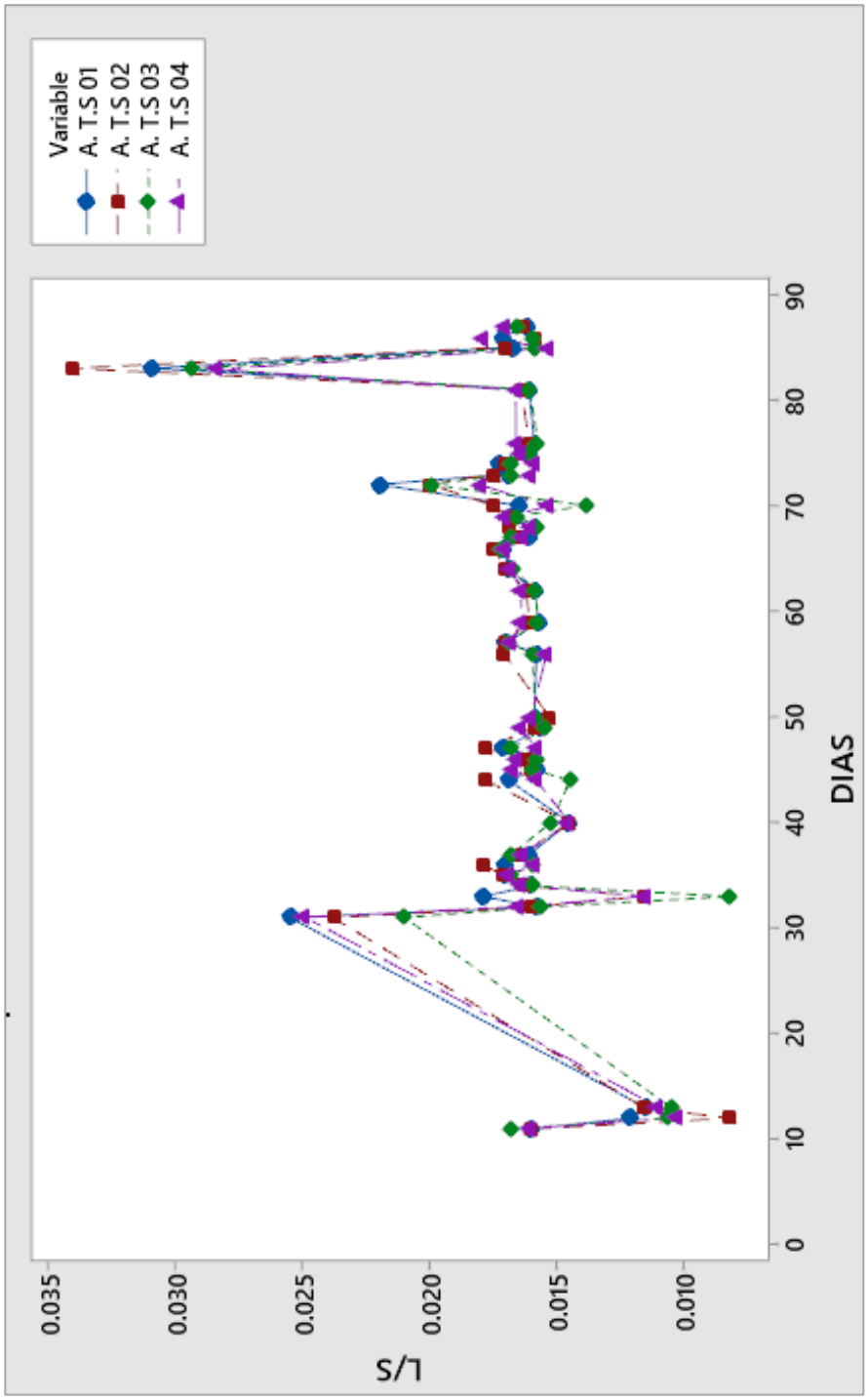


Gráfico N° 22 Grafica de dispersión de la turbiedad

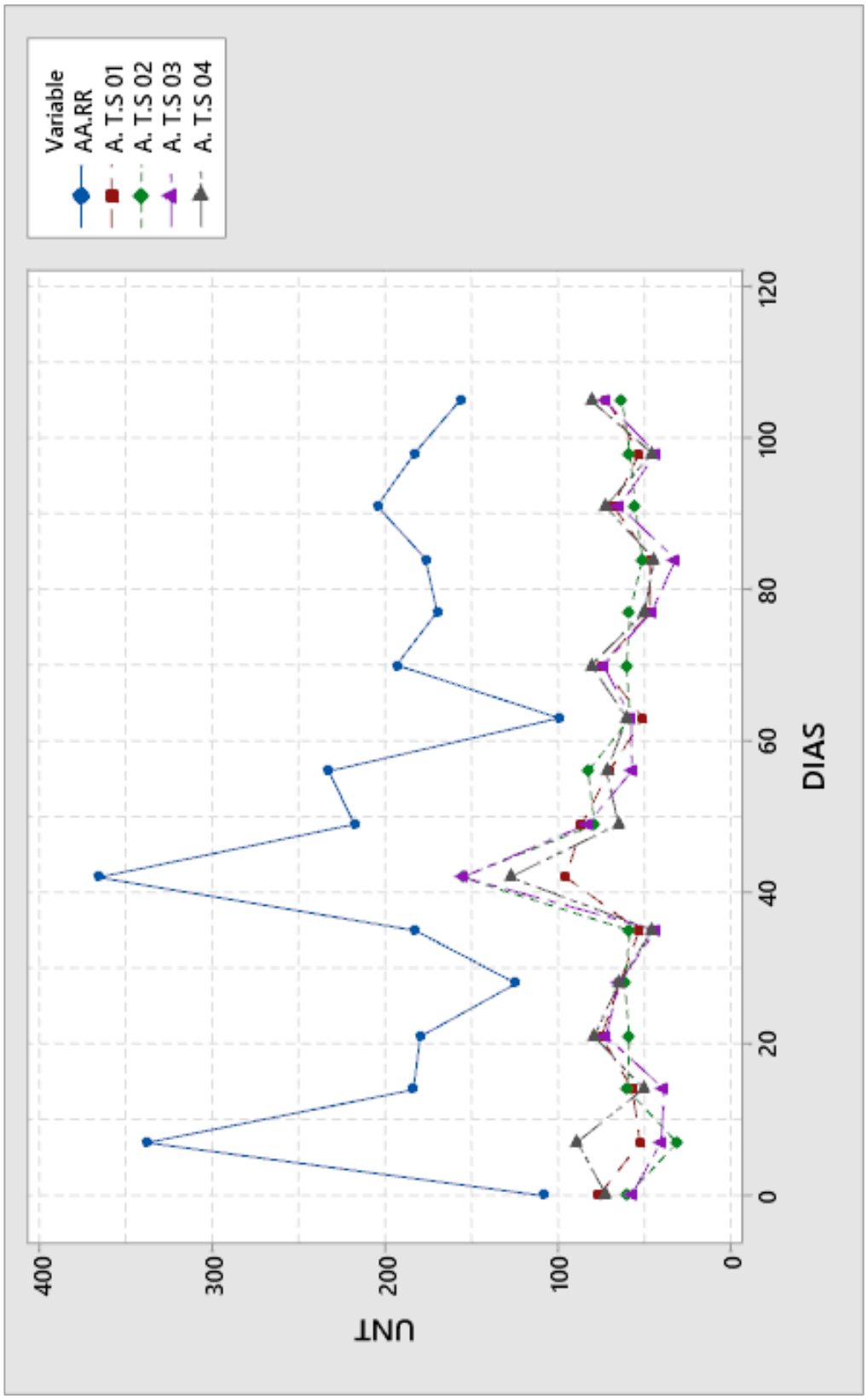


Gráfico N° 23 Grafica de dispersión de oxígeno disuelto en el afluente

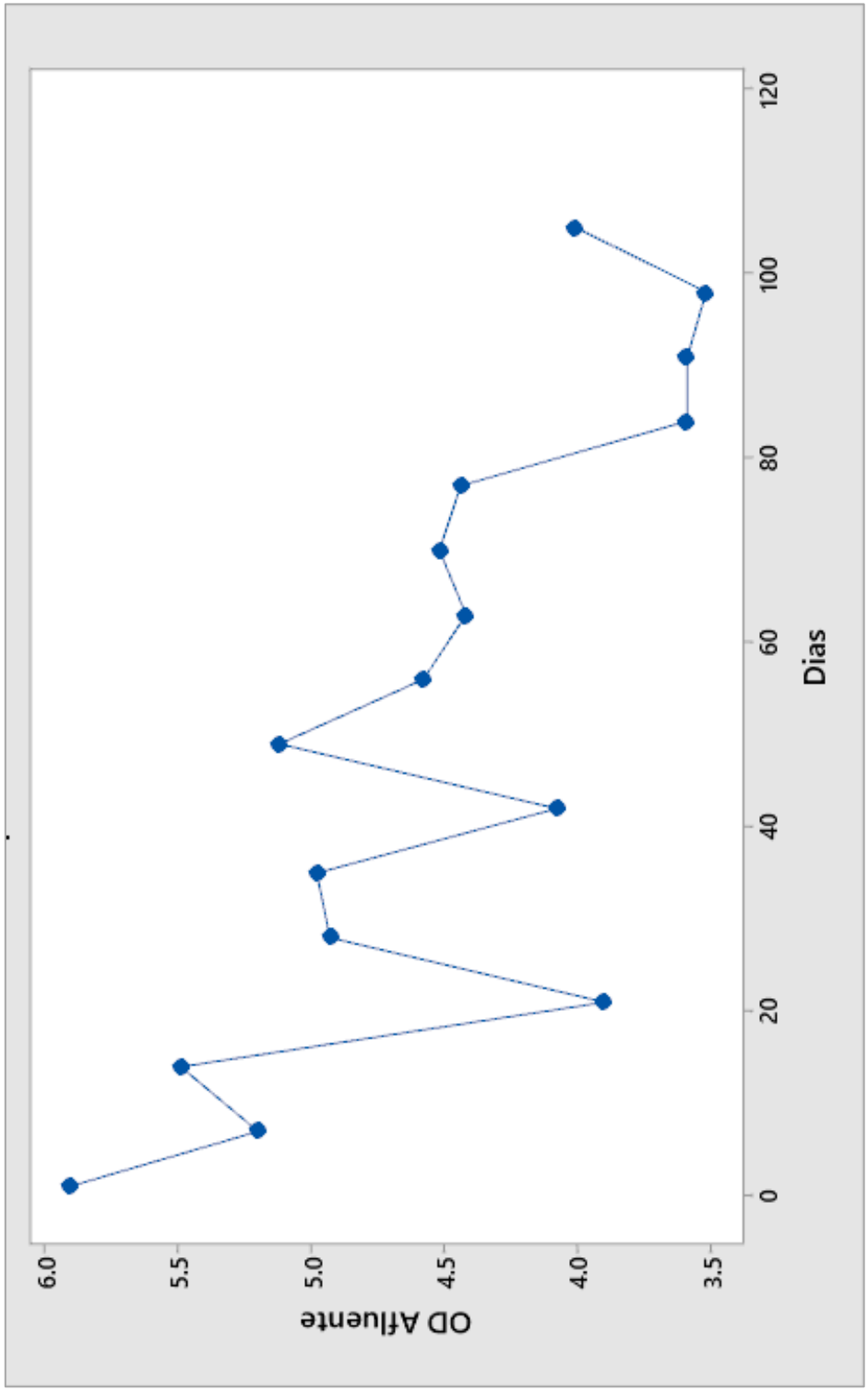
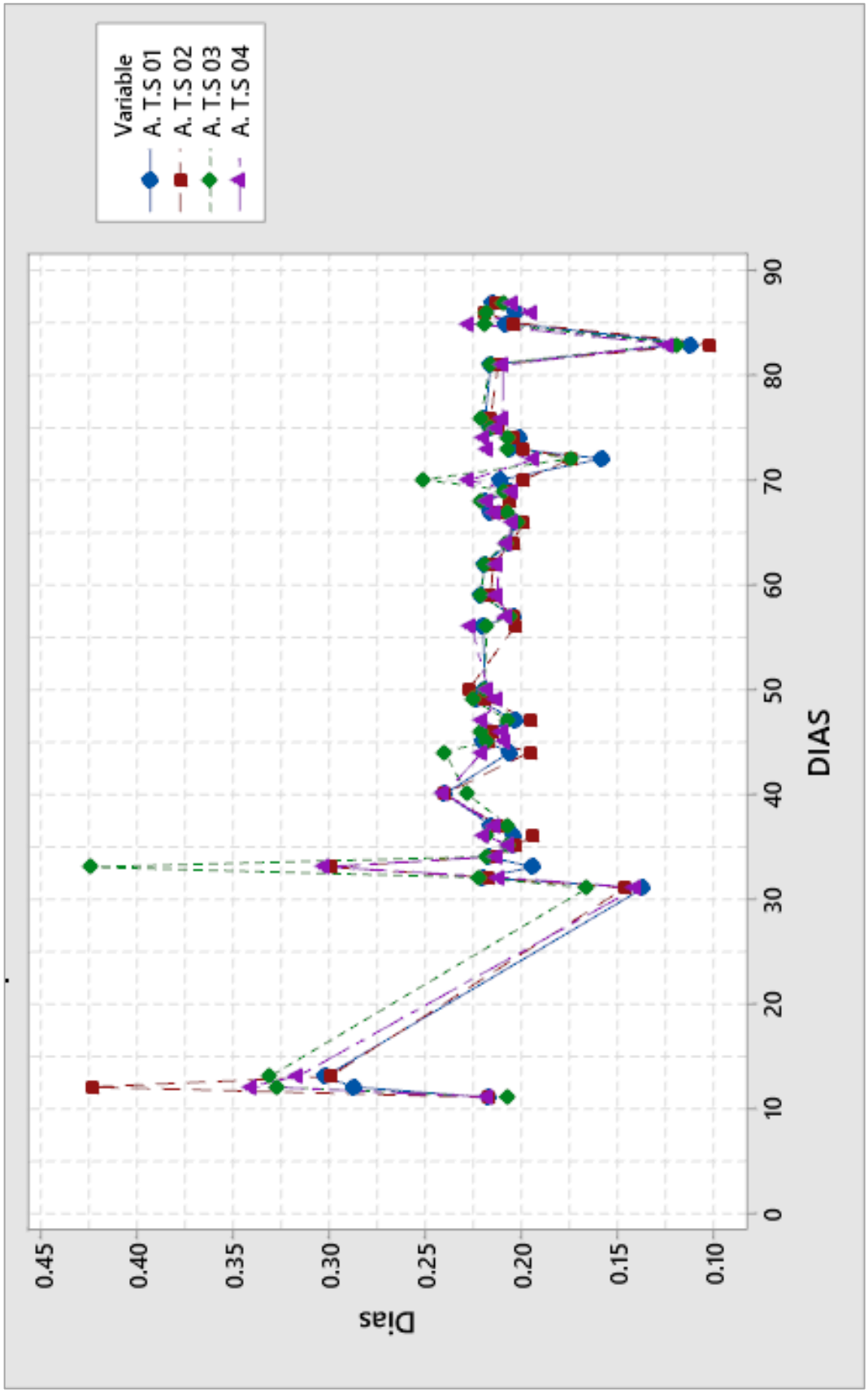


Gráfico N° 24 Grafica de dispersión de tiempo de retención



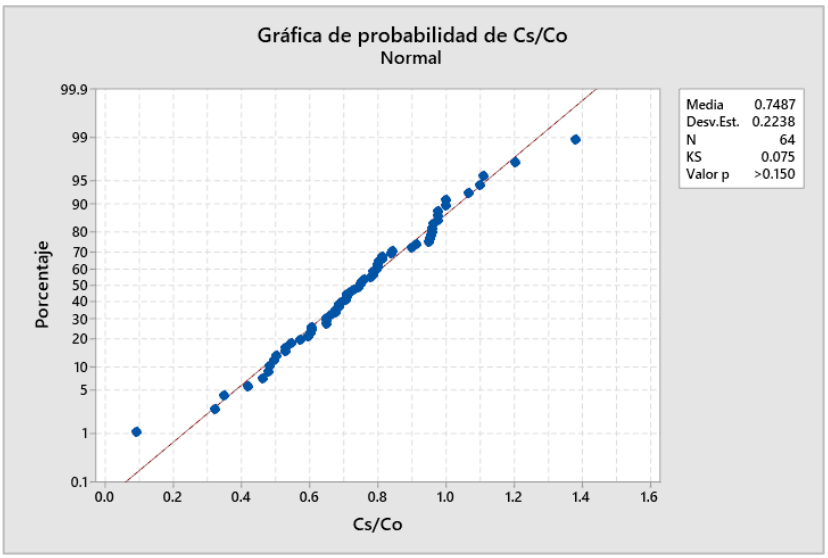
ANEXO 06: ANALISIS ESTADISTICO ANOVA PARA EL NITROGENO AMONIACAL

METODO ESTADISTICO: ANOVA DE UN FACTOR

Prueba de kolmogorov-smirnov

Esta prueba se usa con el fin de comprobar si unos conjuntos de datos provienen de una población con una distribución de probabilidad normal. Para este caso al obtener un valor de p> 0.150 se acepta la hipótesis nula que los datos siguen una distribución normal.

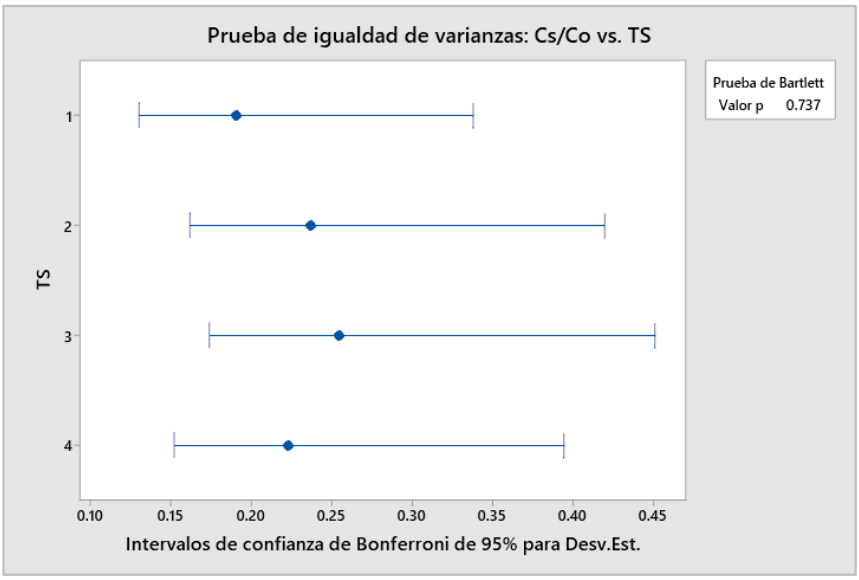
Gráfico N° 25 Prueba de normalidad para el NH4



Prueba de Barlett

Esta prueba se utiliza para probar si *k* muestras son de poblaciones con igualdad de varianzas (homocedasticidad u homogeneidad de varianzas). Para este caso al obtener un valor p de 0.737 se acepta la hipótesis nula que Las variables aleatorias en un estudio tienen varianza constante (variación no significativa).

Gráfico N° 26 Prueba de igualdad de varianzas



Aplicación del método anova de un factor para el Nitrogeno amoniacal

Para el método ANOVA de un factor se parte de la hipótesis nula de que todas las medias poblacionales son iguales, contra una hipótesis alternativa que al menos una de ellas es diferente.

Tabla N° 32 Condiciones para evaluación

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Tabla N° 33 Información del factor (datos de análisis)

Factor	**Niveles**	**Valores**
Factor	4	Cs/Co T1; Cs/Co T2; Cs/Co T3; Cs/Co T4

Tabla N° 34 Análisis de Varianza para el NH4

Fuente	**GL**	**SC Ajust.**	**MC Ajust.**	**Valor F**	**Valor p**
Factor	3	0.08170	0.02723	0.49	0.694
Error	60	3.36572	0.05610		
Total	63	3.44741			

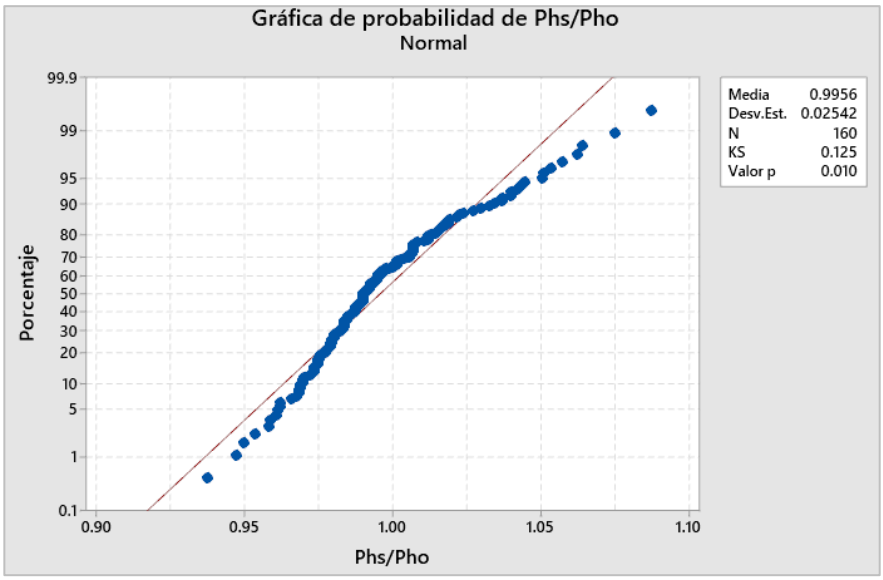
ANEXO 07: ANALISIS ESTADISTICO ANOVA PARA LA PH

METODO ESTADISTICO: ANOVA DE UN FACTOR

Prueba de kolmogorov-smirnov

Esta prueba se usa con el fin de comprobar si unos conjuntos de datos provienen de una población con una distribución de probabilidad normal. Para este caso al obtener un valor de p de 0.010 se acepta la hipótesis nula que los datos siguen una distribución normal.

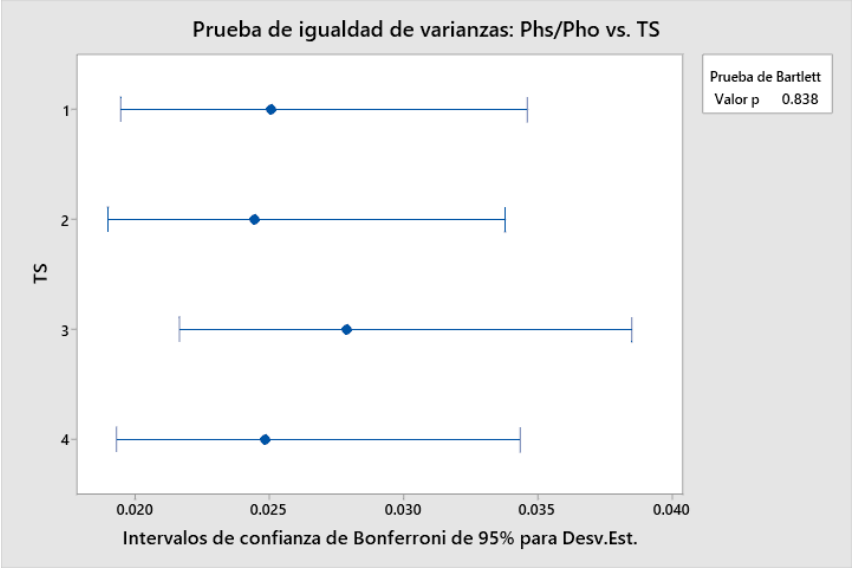
Gráfico N° 27 Prueba de normalidad para el Ph



Prueba de Barlett

Esta prueba se utiliza para probar si *k* muestras son de poblaciones con igualdad de varianzas (homocedasticidad u homogeneidad de varianzas). Para este caso al obtener un valor p de 0.838 se acepta la hipótesis nula que Las variables aleatorias en un estudio tienen varianza constante (variación no significativa).

Gráfico N° 28 Prueba de igualdad de varianzas para el Ph



Aplicación del método anova de un factor para el Ph

Para el método ANOVA de un factor se parte de la hipótesis nula de que todas las medias poblacionales son iguales, contra una hipótesis alternativa que al menos una de ellas es diferente.

Tabla N° 35 Condiciones para evaluación

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Tabla N° 36 Información del factor (datos de análisis)

Factor	**Niveles**	**Valores**
Factor	4	Phs/Pho Ts. 1; Phs/Pho Ts. 2; Phs/Pho Ts. 3; Phs/Pho Ts. 4

Tabla N° 37 Análisis de Varianza para el NH4

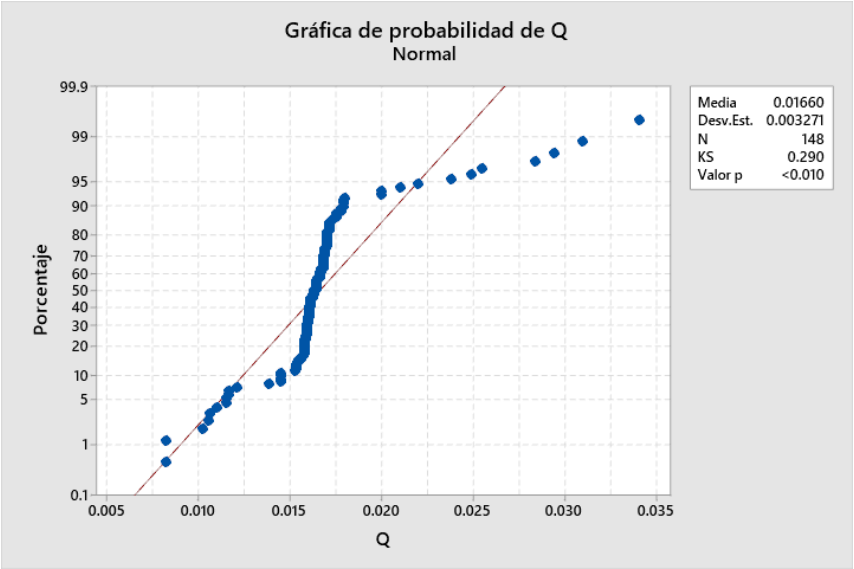
Fuente	**GL**	**SC Ajust.**	**MC Ajust.**	**Valor F**	**Valor p**
Factor	3	0.000621	0.000207	0.32	0.814
Error	156	0.102143	0.000655		
Total	159	0.102764			

ANEXO 08: ANALISIS ESTADISTICO ANOVA PARA LA CAUDAL

Prueba de kolmogorov-smirnov

Esta prueba se usa con el fin de comprobar si unos conjuntos de datos provienen de una población con una distribución de probabilidad normal. Para este caso al obtener un valor de p <0.010 se rechaza la hipótesis nula que los datos siguen una distribución normal. Y se acepta la alterna que menciona que los datos no siguen una distribución normal.

Gráfico N° 29 Distribución normal de los datos del caudal



Al no cumplir con la normalidad de datos se procederá aplicar la prueba de kruskal- wallis que es la prueba de para probar si tres o más muestras independientes se extrajeron de poblaciones con la misma distribución. Es una versión no paramétrica de ANOVA,

Prueba de Kruskal-Wallis: Q vs. TS

Tabla N° 38 Estadísticas descriptivas para los datos de caudal

TS	N	Mediana	Clasificación de medias	Valor Z
1	37	0.01610	77.2	0.45
2	37	0.01640	86.1	1.90
3	37	0.01596	62.4	-1.98
4	37	0.01640	72.3	-0.36

General	148		74.5	

Tabla N° 39 Condición de análisis

Hipótesis nula	H_0: Todas las medianas son iguales
Hipótesis alterna	H_1: Al menos una mediana es diferente

Tabla N° 40 Prueba de kruskal wallis para el caudal

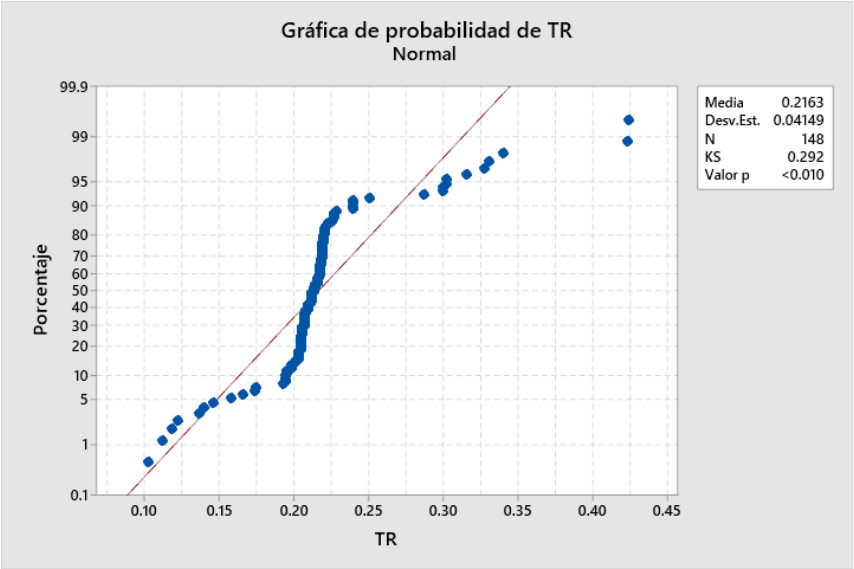
Método	**GL**	**Valor H**	**Valor p**
No ajustado para empates	3	5.89	0.117
Ajustado para empates	3	5.90	0.117

ANEXO 09: ANALISIS ESTADISTICO ANOVA PARA LA TIEMPO DE RETENCION

Prueba de kolmogorov-smirnov

Esta prueba se usa con el fin de comprobar si unos conjuntos de datos provienen de una población con una distribución de probabilidad normal. Para este caso al obtener un valor de p <0.010 se rechaza la hipótesis nula que los datos siguen una distribución normal. Y se acepta la alterna que menciona que los datos no siguen una distribución normal.

Gráfico N° 30 Distribución normal de los datos de tiempo de retención



Al no cumplir con la normalidad de datos se procederá aplicar la prueba de kruskal- wallis que es la prueba de para probar si tres o más muestras independientes se extrajeron de poblaciones con la misma distribución. Es una versión no paramétrica de ANOVA,

Prueba de Kruskal-Wallis: Q vs. TS

Tabla N° 41 Estadísticas descriptivas para los datos de caudal

TS	**N**	**Mediana**	**Clasificación de medias**	**Valor Z**
1	37	0.215666	71.8	-0.45
2	37	0.211721	62.9	-1.90
3	37	0.217558	86.6	1.98
4	37	0.211721	76.7	0.36
General	148		74.5	

Tabla N° 42 Condición de análisis

Hipótesis nula	H_0: Todas las medianas son iguales
Hipótesis alterna	H_1: Al menos una mediana es diferente

Tabla N° 43 Prueba de kruskal wallis para el caudal

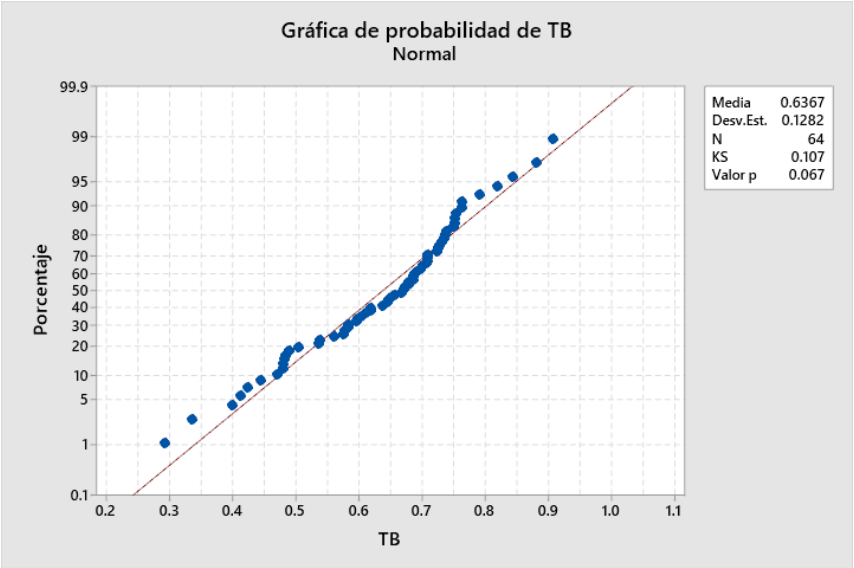
Método	**GL**	**Valor H**	**Valor p**
No ajustado para empates	3	5.89	0.117
Ajustado para empates	3	5.90	0.117

ANEXO 10: ANALISIS ESTADISTICO ANOVA PARA LA TURBIEDAD

Prueba de kolmogorov-smirnov

Esta prueba se usa con el fin de comprobar si unos conjuntos de datos provienen de una población con una distribución de probabilidad normal. Para este caso al obtener un valor de p de 0.010 se acepta la hipótesis nula que los datos siguen una distribución normal.

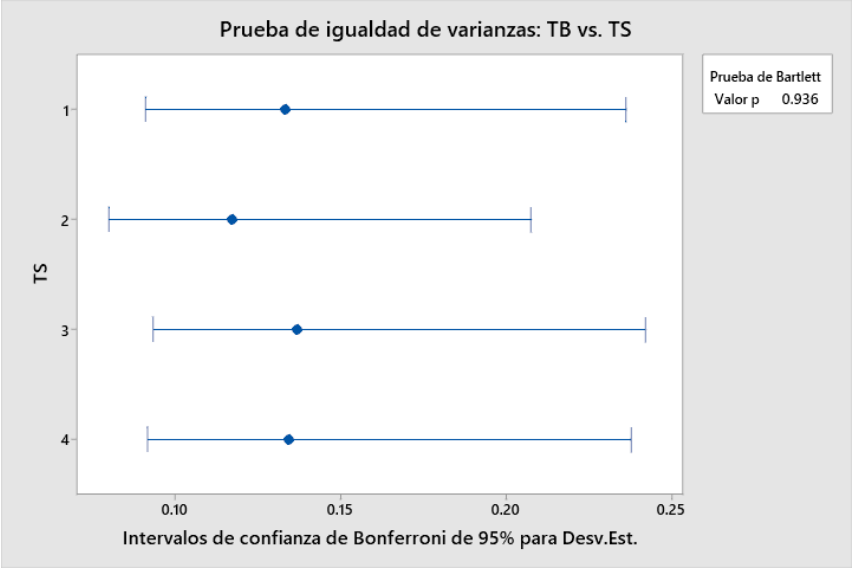
Gráfico N° 31 Prueba de normalidad para el turbiedad



Prueba de Barlett

Esta prueba se utiliza para probar si *k* muestras son de poblaciones con igualdad de varianzas (homocedasticidad u homogeneidad de varianzas). Para este caso al obtener un valor p de 0.936 se acepta la hipótesis nula que las variables aleatorias en un estudio tienen varianza constante (variación no significativa).

Gráfico N° 32 Prueba de igualdad de varianzas para la turbiedad



Aplicación del método anova de un factor para el Ph

Para el método ANOVA de un factor se parte de la hipótesis nula de que todas las medias poblacionales son iguales, contra una hipótesis alternativa que al menos una de ellas es diferente.

Tabla N° 44 Condiciones de análisis

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Tabla N° 45 Información del factores de análisis (datos analisados)

Factor	**Niveles**	**Valores**
Factor	4	Remocion Ts. 1; Remocion Ts. 2; Remocion Ts. 3; Remocion Ts. 4

Tabla N° 46 Análisis de Varianza para la turbiedad

Fuente	**GL**	**SC Ajust.**	**MC Ajust.**	**Valor F**	**Valor p**
Factor	3	0.01051	0.003504	0.21	0.892
Error	60	1.02425	0.017071		
Total	63	1.03476			

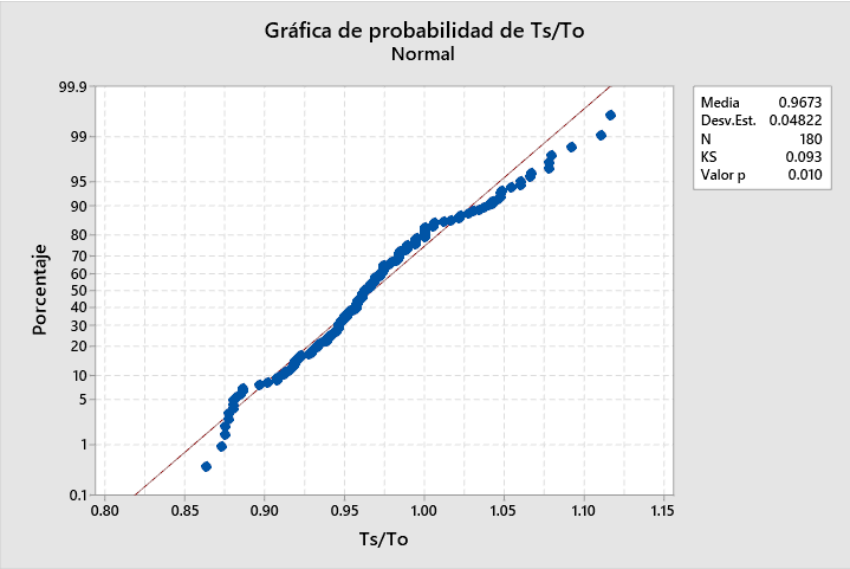
ANEXO 11: ANALISIS ESTADISTICO PARA LA TEMPERATURA

METODO ESTADISTICO: krukal- wallis

Prueba de kolmogorov-smirnov

Esta prueba se usa con el fin de comprobar si unos conjuntos de datos provienen de una población con una distribución de probabilidad normal. Para este caso al obtener un valor de p= 0.010 se acepta la hipótesis nula que los datos siguen una distribución normal.

Gráfico N° 33 Prueba de normalidad para la temperatura



Al no cumplir con la normalidad de datos se procederá aplicar la prueba de kruskal- wallis que es la prueba de para probar si tres o más muestras independientes se extrajeron de poblaciones con la misma distribución. Es una versión no paramétrica de ANOVA,

Prueba de Kruskal-Wallis: T° vs. TS

Tabla N° 47 Estadistica descriptiva para la temperatura

TS	N	Mediana	Clasificación de medias	Valor Z
1	45	0.947368	75.2	-2.27
2	45	0.960452	91.1	0.09
3	45	0.969072	95.6	0.76
4	45	0.968085	100.0	1.42
General	180		90.5	

Tabla N° 48 Condicion de analisis

Hipótesis nula	Todas las medianass son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medianas son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Tabla N° 49 Prueba de kruskall wallis para la temperatura

Método	**GL**	**Valor H**	**Valor p**
No ajustado para empates	3	5.80	0.122
Ajustado para empates	3	5.81	0.121

ANEXO 12: REGISTRO FOTOGRÁFICO

Imagen 12 Diseño de los sedimentadores y esquematización

Imagen 13 Excavación y nivelación del terreno

Imagen 14 Construcción del primer repartidor de caudal

Imagen 15 Primer repartidor de caudal terminado y prueba de hidráulica

Imagen 16 Vaciado de losa del vertedero de los tanques sépticos

Imagen 17 Construcción del segundo repartidor de caudal

Imagen 18 Segundo repartidor terminado y prueba de hidráulica

Imagen 19 Encofrado para vaciado de losas de los tanques sépticos

Imagen 20 Vaciado de losa de los tanques sépticos

Imagen 21 Construcción de los tanques sépticos

Imagen 22 Tanques sépticos terminados

Imagen 23 Parte interna de los tanques sépticos

Imagen 24 Toma de muestra afluente

Imagen 25 Toma de muestras del efluente

Imagen 26 Toma de datos de campo

Imagen 27 Toma de datos de temperatura

Imagen 28 Muestras en el laboratorio de tuyu ruri

Imagen 29 Análisis en laboratorio – preparación de muestra

Imagen 30 Análisis en laboratorio – Filtración de muestra

Imagen 31 Análisis en laboratorio – Preparación para lectura

Imagen 32 Análisis en laboratorio – Preparación para lectura

Imagen 33 Análisis en laboratorio – medición con el espectrofotómetro

Imagen 34 Reactivo empleado para el análisis (reactivo de nessler)

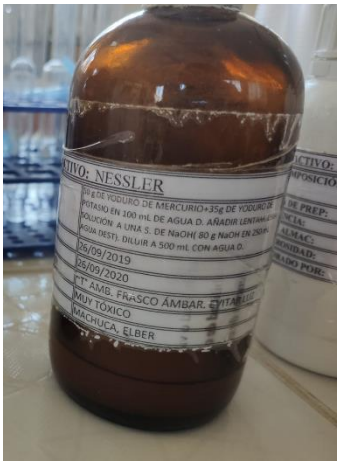


Imagen 35 Preparación de agua destilada

Imagen 36 Tanque séptico 01, formación de natas y burbujas por el CO2 liberado

Imagen 37 Mantenimiento de los tanques sépticos

Imagen 38 Primer Compartimiento de los tanques sépticos después del mantenimiento

Imagen 39 Ambos Compartimientos de los tanques sépticos después del mantenimiento

ANEXO 13 GLOSARIO DE TERMINOS

Ts: Tanque séptico

E.Ts: Efluente del tanque séptico

A.Ts: Afluente del tanque séptico

AA.RR: Aguas residuales

Condiciones hidráulicas: Relación largo/ancho de los tanques sépticos.

IC: Intervalo de confianza

OD: Oxigeno disuelto

Tb: Turbiedad

Q: Caudal

V: Volumen

Tr: Tiempo de retención

T°S: Temperatura en el efluente

T°o: Temperatura en el afluente

Cs: Concentración de salida

Co: Concentración de ingreso

ANEXO 14 INFORME ANTIPLAGIOS

Plagiarism Checker X Originality Report

Similarity Found: 2%

Date: jueves, Agosto 13, 2020
Statistics: 460 words Plagiarized / 24023 Total words
Remarks: Low Plagiarism Detected - Your Document needs Optional Improvement.

"UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO" FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA "DETERMINACIÓN DEL INCREMENTO DE NITROGENO AMONIACAL EN LAS AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS UTILIZANDO UN SEDIMENTADOR PRIMARIO PARA DIFERENTES CONDICIONES HIDRÁULICAS EN CLIMAS ANDINOS- TUYU, MARCARA 2019" TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO SANITARIO Bach. ROSALES FAJARDO JEYSON ANDERSONN Asesor: Ing.

ARAUJO JAMANCA NINO FRANKLIN HUARAZ – ANCASH - PERÚ ENERO-2020

Date	jueves, Agosto 13, 2020
Words	460 Plagiarized Words / Total 24023 Words
Sources	More than 56 Sources Identified.
Remarks	Low Plagiarism Detected - Your Document needs Optional Improvement.