

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



**“EFECTO DE LAS DIMENSIONES HIDRÁULICAS ÓPTIMAS DE
LOS TANQUES SÉPTICOS PARA LA REMOCIÓN DE LA DBO5 DE
LAS AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS EN LA LOCALIDAD
TUYU RURI -MARCARÀ – CARHUAZ - 2019”**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO SANITARIO

TESISTA : JARAMILLO YUPANQUI JANETH VANESSA

ASESOR : ING. ARAUJO JAMANCA NINO FRANKLIN

HUARAZ – ANCASH – PERU

Junio – 2021





“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 “**EFFECTO DE LAS DIMENSIONES HIDRÁULICAS ÓPTIMAS DE LOS TANQUES SÉPTICOS PARA LA REMOCIÓN DE LA DBO5 DE LAS AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS EN LA LOCALIDAD TUYU RURI -MARCARÀ – CARHUAZ - 2019**” que presenta **JANETH VANESSA JARAMILLO YUPANQUI** 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 el calificativo de: **DIECISEIS (16)**

En consecuencia, **JANETH VANESSA JARAMILLO YUPANQUI** queda expedita 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 N° 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 N° 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 N° 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, 06 de Agosto de 2021

Dr. **CESAR MANUEL GREGORIO DAVILA PAREDES**
Presidente
Jurado de sustentación

Ing. **KIKO FELIX DEPAZ CELI**
Primer miembro
Jurado de sustentación

Ing. **MARTIN MIGUEL HUAMÁN CARRANZA**
Segundo miembro
Jurado de sustentación

Ing. **NINO FRANKLIN ARAUJO JAMANCA**
Asesor



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

INFORME DE SUSTENTACIÓN Y DEFENSA DE TESIS

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos en la fecha, en el Auditorio Virtual - Plataforma Microsoft Teams de la FCAM-UNASAM, en el Acto Académico de Sustentación y Defensa de Tesis "EFECTO DE LAS DIMENSIONES HIDRÁULICAS ÓPTIMAS DE LOS TANQUES SÉPTICOS PARA LA REMOCIÓN DE LA DBO5 DE LAS AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS EN LA LOCALIDAD TUYU RURI -MARCARÀ – CARHUAZ - 2019", informamos que:

- 1) El proceso de sustentación y defensa de la tesis se desarrolló en forma normal dentro de la fecha y hora programada, con la asistencia en pleno de los miembros del Jurado y con la presencia del asesor.
- 2) La tesista **JANETH VANESSA JARAMILLO YUPANQUI** ha:
 - Aprobado sin observación, con el calificativo **DIECISEIS** (16)
 - Aprobado con observación, con el calificativo ()

Por consiguiente, para efectos de conformidad deberá subsanar lo siguiente:

.....

 - Desaprobado, con el calificativo ()
- 3) El Acta de Sustentación y Defensa de la Tesis se eleva a la Dirección de Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria de conformidad al Art. 68° inc. f) del Reglamento General de Grados y Títulos de la UNASAM (Resolución de Consejo Universitario - Rector N° 761-2017-UNASAM).

Huaraz, 06 de Agosto del 2021



Dr. **CESAR MANUEL GREGORIO DAVILA PAREDES**
Presidente
Jurado de sustentación



Ing. **KIKO FELIX DEPAZ CELI**
Primer miembro
Jurado de sustentación



Ing. **MARTIN MIGUEL HUAMÁN CARRANZA**
Segundo miembro
Jurado de sustentación



Ing. **NINO FRANKLIN ARAUJO JAMANCA**
Asesor



Dedicatoria

Este trabajo de investigación se lo dedicó a nuestro creador por guiarme en todo momento, por darme la salud y voluntad para culminar esta investigación.

A mis padres Agripina Yupanqui Pinedo y Felix Jaramillo Retuerto, quienes son las personas más importantes en mi vida y quienes inculcaron en mí sus sabios consejos para ser una persona de bien y me brindaron su amor, cariño y comprensión en los momentos difíciles en mi vida para alcanzar mis objetivos.

A mis demás familiares que con palabras de aliento me han motivado a seguir para adelante en mis objetivos.

Agradecimiento

A Dios por guiarme, darme la fuerza y sabiduría para que se lleve a cabo esta investigación.

A mis padres, hermanos y familiares por siempre estar alimentándome y brindarme su apoyo para cumplir con mis objetivos.

A mi asesor el ingeniero Nino Franklin Araujo Jamanca, por ser guía y apoyo de este proyecto de investigación.

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, **JANETH VANESSA JARAMILLO YUPANQUI**, identificado con **DNI 71445618** y con Código Universitario 112.0704.053, estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería sanitaria de la facultad de ciencias del ambiente de la Universidad Nacional Santiago Antúnez De Mayolo, declaro que el trabajo académico de la tesis titulada **“EFECTO DE LAS DIMENSIONES HIDRÁULICAS ÓPTIMAS DE LOS TANQUES SÉPTICOS PARA LA REMOCIÓN DE LA DBO5 DE LAS AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS EN LA LOCALIDAD TUYU RURI -MARCARÀ – CARHUAZ - 2019”**, presentado en 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, 17 de Junio del 2021

Janeth Vanessa Jaramillo Yupanqui

Código Universitario 112.0704.053

DNI: 71445618



INDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. OBJETIVOS.....	2
1.1.1. Objetivo General	2
1.1.2. Objetivos Específicos.....	2
1.2. HIPÓTESIS	2
1.3. VARIABLES.....	3
1.3.1. Variable Independiente.....	3
1.3.2. Variable Dependiente	4
1.3.3. Operacionalización de Variables	5
II. MARCO TEÓRICO	8
2.1. ANTECEDENTES.....	8
2.1.1. A Nivel Internacional	8
2.1.2. A Nivel Nacional	15
2.1.3. A Nivel Local	19
2.2. BASES TEÓRICAS	19
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	28
III. MARCO METODOLÓGICO	30
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	30
3.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	30
3.3. MÉTODOS O TÉCNICAS.....	31
3.3.1. TÉCNICAS.....	31
3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	32
3.4.1. Población.....	32
3.4.2. Muestra	32
3.4.3. Muestreo.....	32
3.5. INSTRUMENTOS VALIDADOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	33
3.6. PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA INFORMACIÓN	39
3.6.1. Identificar la Muestra y Tomar contacto con la Muestra.....	39
3.6.2. Identificar y Adecuar el Instrumento de Recolección de Datos	46
3.6.3. Aplicar los Instrumentos sobre la Muestra	47
FIGURA 1. ORGANIZAR LOS FRASCOS Y ROTULARLAS: SE ROTULARON 05 FRASCOS.....	49
3.6.4. Organizar y Tabular los Datos que has Recogido en el Instrumento.....	53
IV. RESULTADOS	54
4.1. RESULTADOS DE SI LAS DIMENSIONES HIDRÁULICAS AFECTARÁN A LOS TANQUES SÉPTICOS EN LA REMOCIÓN DE LA DBO5 EN LAS AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS, SIN CONSIDERAR LAS CONDICIONES AMBIENTALES Y OPERACIONALES.	54
4.1.1. Resultados de las Dimensiones hidráulicas de los tanques sépticos.	54
4.2. RESULTADOS DEL EFECTO DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES (PH, TEMPERATURA) Y OPERACIONALES (TURBIEDAD, OXÍGENO DISUELTADO, CAUDAL, TIEMPO DE RETENCIÓN) DE LAS AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS EN LA REMOCIÓN DE LA DBO5 EN LOS TANQUES SÉPTICOS.	58
4.2.1. Resultados de la Remoción de la DBO5 en los tanques sépticos.....	58
4.2.2. Condiciones Ambientales.....	60
4.2.3. Condiciones Operacionales	64
4.3. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS.....	69
4.3.1. Contrastación de la Hipótesis General	69
4.3.2. Contrastación de la Hipótesis Especifica N° 01	70
4.3.3. Contrastación de la Hipótesis Especifica N° 02	71
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	73
5.1. DISCUSIÓN N° 01	73
5.2. DISCUSIÓN N° 02	74
5.3. DISCUSIÓN N° 03	75

5.4.	DISCUSIÓN N° 04	76
5.5.	DISCUSIÓN N° 05	77
5.6.	DISCUSIÓN N° 06	79
VI.	CONCLUSIONES	80
6.1.	CONCLUSIÓN N° 01	80
6.2.	CONCLUSIÓN N° 02	81
6.3.	CONCLUSIÓN N° 03	82
VII.	RECOMENDACIONES	83
VIII.	REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	84

RELACION DE CUADROS

CUADRO N° 1 : operacionalizacion de variables	6
CUADRO N° 2: Identificar y Adecuar el Instrumento de Recolección de Datos ...	33
CUADRO N° 3: Ubicación Geográfica	39
CUADRO N° 4: Acceso al área de Investigación.....	39
CUADRO N° 5: Dimensiones de los tanques sépticos	41
CUADRO N° 6: Implementación	42
CUADRO N° 7: Identificar y Adecuar el Instrumento de Recolección de Datos ...	46
CUADRO N° 8: Materiales.....	47
CUADRO N° 9: Toma de muestra	49
CUADRO N° 10: Parámetros de Campo	52
CUADRO N° 11: Cronograma de Muestreo	53
CUADRO N° 12: Cronograma de Muestreo	53

RELACION DE FIGURAS

FIGURA N° 1: Dimensiones del Tanque séptico.....	21
FIGURA N° 2: Curva característica de la DBO. (Ramalho R. , 1996).....	26
FIGURA N° 3: Tren del Tratamiento.....	41

RELACION DE GRAFICOS

GRAFICA N° 1: Variación de los caudales en el Buzón de derivación del agua residual al Centro Experimental de Tuyu – Ruri.	55
GRAFICA N° 2: Intervalos del Caudal de ingreso de los Tanques Sépticos.....	56
GRAFICA N° 3: Intervalos de Tiempo de Retención en los Tanques Sépticos.	57
GRAFICA N° 4: La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) en el Afluente y Efluente de los Tanques Sépticos	58
GRAFICA N° 5: Remoción de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) en los Tanques Sépticos.....	59
GRAFICA N° 6: Intervalos de PH en los Tanques Sépticos.....	60
GRAFICA N° 7: Remoción de la DBO5 Vs Potencial de Hidrogeno (PH).....	61
GRAFICA N° 8: Intervalos de Temperatura en los Tanques Sépticos	62
GRAFICA N° 9: Remoción de la DBO5 Vs Temperatura	63
GRAFICA N° 10: Intervalos de la Turbiedad en los Tanques Sépticos.....	64
GRAFICA N° 11: Remoción de la DBO5 Vs Turbiedad	65
GRAFICA N° 12: Valores de Oxígeno Disuelto en el Afluente de los Tanques Sépticos .	66
GRAFICA N° 13: Remoción de la DBO5 Vs Caudal de Operación.....	67
GRAFICA N° 14: Remoción de la DBO5 Vs el Tiempo de Retención.....	68

RELACION DE TABLAS

TABLA N° 1: Niveles de eliminación de contaminantes (%) según el tipo de tratamiento.....	24
TABLA N° 2: Determinación de la DBO Método SMEWW-APHA-AWWA-WEF Parte 5210 B. 22ª Edición.	34
TABLA N° 3: Determinación PH Método SMEWW-APHA-AWWA-WEF Parte 4500-H+ B, 23a Edición.....	35
TABLA N° 4: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Parte 2550 B	36
TABLA N° 5: APHA, AWWA, WPCF. Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales. Ediciones DIAZ DE SANTOS.....	37
TABLA N° 6: APHA, AWWA, WPCF. Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y.....	38
TABLA N° 7: Caracterización de las Aguas Residuales	54
TABLA N° 8: Dimensiones Hidráulicas de los Tanques Sépticos	56
TABLA N° 9: Evaluación de los grupos (Dimensiones Hidráulicas de los Tanques Sépticos con la Remoción de la DBO5)	69
TABLA N° 10: Evaluación de los grupos (Tanques Sépticos y Remoción de la DBO5, sin considerar las condiciones Ambientales y Operacionales)	70
TABLA N° 11: Evaluación de los grupos (Remoción de la DBO5 Con el Potencial de Hidrogeno en los Tanques Sépticos).....	71
TABLA N° 12: Evaluación de los grupos (Remoción de la DBO5 Con la Temperatura en los Tanques Sépticos)	72
TABLA N° 13: Evaluación de los grupos (Remoción de la DBO5 Con el Caudal de Operación en los Tanques Sépticos).....	72
TABLA N° 14: Evaluación de los grupos (Remoción de la DBO5 Con el Potencial de Hidrogeno en los Tanques Sépticos).....	73

RESUMEN

Los sistemas de depuración de aguas residuales se remontan al pasado, donde encontraron instalaciones de alcantarillado en los diferentes lugares prehistóricos de Creta y en las antiguas ciudades asirias. Siglos después se recuperó el hábito de construir sistemas de desagües, en el siglo XIX se llegó a permitir que la salud pública llegaría ser beneficiada si se eliminaban los desperdicios humanos por medio de los desagües para obtener su acelerada desaparición. En la actualidad la deficiencia en el tratamiento de las aguas residuales domesticas utilizando tanques sépticos, ha conllevado a riesgos de contaminación ambiental y con ello problemas de salud en la población, estas deficiencias son por las malas prácticas de conceptualización, construcción y funcionamiento de estas; por eso es necesario dar alternativas de solución. La presente investigación tiene por objetivo principal determinar el efecto de las dimensiones hidráulicas optimas de los tanques sépticos para la remoción de la DBO5 de las aguas residuales domesticas en la localidad Tuyu Ruri – Marcará – Carhuaz – 2019. La metodología seguida fue cuantitativa, de tipo descriptivo y experimental, bajo una muestra de 0.059 l/seg de aguas residuales de la localidad de Tuyu Ruri que entra a las unidades de los tanques Sépticos. La técnica para la recolección de datos que se llevó a cabo son la observación y pruebas estandarizadas, el cual consistió en la construcción de la unidad de repartidor de caudal, cuatro tanques sépticos a diferentes dimensiones, seguido de la puesta en marcha y el monitoreo de los paramentos ambientales, operacionales y la DBO5. Los resultados mostraron valores de remociones de DBO5 mínimos de 15.41, 22.91, 6.67, 1.26% y valores máximos de 74. 83, 73.69, 85.64, 78.98% para los tanques sépticos 1, 2, 3, 4 respectivamente. Las conclusiones indican que las dimensiones hidráulicas no Afectarán a los Tanques Sépticos en la remoción de la DBO5 de las aguas residuales domésticas.

Palabras claves: tanques sépticos, remoción de DBO5.

ABSTRACT

The systems of depuration of residual waters go back to the past, where they found installations of sewage system in the different prehistoric places of Crete and at ancient Assyrian cities. Centuries after XIX recovered the habit to construct systems of drainages, in the century himself he got to afford that public health would come to be benefitted if they eliminated the human wastes by means of the drainages to obtain his accelerated disappearance. As of the present moment the deficiency in the treatment of the residual domestic waters utilizing septic tanks, you have borne at the risk of environmental contamination and problems of health in the population, these deficiencies are for the bad practices of conceptualization with it, construction and functioning of these; For that reason it is necessary to give alternatives of solution. Present it Tuyu Ruri – 2019 – Carhuaz Marcará has investigation for principal objective to determine the effect of the hydraulic optimal dimensions of the septic tanks for the removal of the DBO5 of the residual domestic waters at the locality Tuyu Ruri – Marcará – Carhuaz – 2019. The continuous methodology was quantitative, of descriptive and experimental type, under a sign of 0,059 I seg of residual waters of the locality Tuyu Ruri that you enter the units of the septic tanks. The technique for the collection of data that music took effect the observation and proofs standardized, which consisted in the construction of deliveryman's unit of flow intensity, four septic tanks to different dimensions, followed of the starting and the monitoring of the environmental, operational paraments and the DBO5. The results evidenced minimal moral values of removals of DBO5 of 15.41, 22.91, 6.67, 1.26% and maximum moral values of 74. 83, 73.69, 85.64, 78.98% for the septic tanks 1, 2, 3, 4. The findings suggest that the hydraulic dimensions will not affect the Septic Tanks in the removal of the DBO5 of the residual domestic waters.

I. Introducción

Según la Organización Panamericana de la Salud (2015), el sistema de tanques sépticos es utilizable en localidades rurales, urbanas y urbano-marginales. El objetivo de su diseño es crear una situación de estabilidad hidráulica, que permita la sedimentación por gravedad. La situación actual del Perú muestra insuficiente cobertura de servicios de agua, saneamiento y tratamiento de aguas residuales, mala calidad de la prestación de servicios que pone en riesgo la salud de la población, deficiente sostenibilidad de los sistemas construidos, tarifas que no permiten cubrir los costos de inversión, operación y mantenimiento de los servicios; debilidad institucional, recursos humanos poco calificados. En resumen, la situación del sector saneamiento en el Perú es aun deficiente desde el punto de vista institucional, de gestión y financiero. En la actualidad la deficiencia en el tratamiento de las aguas residuales domésticas utilizando tanques sépticos, ha conllevado a riesgos de contaminación ambiental y con ello problemas de salud en la población, estas deficiencias son por las malas prácticas de conceptualización, construcción y funcionamiento de estas; por eso es necesario dar alternativas de solución. La presente investigación se realizó en la localidad Tuyu Ruri – Marcará – Carhuaz en la que se tiene por objetivo principal determinar el efecto de las dimensiones hidráulicas óptimas de los tanques sépticos para la remoción de la DBO5 de las aguas residuales domésticas.

El trabajo de investigación se inició con la implementación de las unidades a analizar cómo son los 04 tanques sépticos a diferentes dimensiones, luego la toma de muestra, el análisis de laboratorio para cada indicador y finalizando con los resultados mediante el análisis estadístico. Llegando a concluir que las dimensiones hidráulicas no Afectarán a los Tanques Sépticos en la remoción de la DBO5 de las aguas residuales domésticas.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo General

- Determinar el efecto de las dimensiones hidráulicas óptimas de los tanques sépticos para la remoción de la DBO5 de las aguas residuales domésticas en la localidad Tuyu Ruri – Marcará – Carhuaz – 2019.

1.1.2. Objetivos Específicos

- Determinar si las dimensiones hidráulicas Afectarán a los tanques sépticos en la Remoción de la DBO5 en las Aguas Residuales Domésticas, sin considerar las condiciones ambientales y operacionales.
- Determinar el efecto de las condiciones ambientales (PH, temperatura) y Operacionales (Turbiedad, Oxígeno Disuelto, Caudal, Tiempo de Retención) de las aguas residuales domésticas en la Remoción de la DBO5 en los Tanques Sépticos.

1.2. Hipótesis

Hi: Las dimensiones hidráulicas Afectarán a los Tanques Sépticos en la remoción de la DBO5 de las aguas residuales domésticas.

He-1: Las dimensiones hidráulicas Afectarán a los Tanques sépticos en la Remoción de la DBO5 en las Aguas Residuales Domésticas, sin considerar las condiciones ambientales y Operacionales.

He-2: Las Condiciones ambientales (PH, temperatura) y Operacionales (turbiedad, Oxígeno Disuelto, caudal, Tiempo de retención) de las aguas residuales domésticas Afectarán en la Remoción de la DBO5 en los Tanques Sépticos.

1.3. Variables

Para el desarrollo de esta tesis se tuvo en consideración las variables; ya que una variable es una cualidad que puede obtener diferentes valores y estos valores pueden ser medidos, y que también cuenta con la dimensión, que es una característica medible que da cuenta del estado del objeto de investigación y su valor no varía a los efectos de la investigación en curso. Además que los indicadores son las características elegidas de un objeto que indican el estado del objeto investigado en el sentido en el que se realiza la investigación. Estos son elegidos a partir de todos los rasgos posibles o cognoscibles que describen o representan un objeto. Posteriormente se busca y aplica una teoría (generalmente de medición) se cuantifican dichos indicadores y se los convierte en cantidades a partir de los cuales se realiza la investigación. El indicador es una cualidad observable (directamente, a través de una teoría o de un sistema de medición). (Colomé, 2018); Para ello, se convino en mantener fijos a los indicadores de la variable independiente, y medir el valor de la variable dependiente a través de sus indicadores para ver el efecto producido. Dicha explicación lo definimos en nuestras variables y sus indicadores, según:

1.3.1. Variable Independiente

X = Efecto de las dimensiones hidráulicas óptimas de los tanques sépticos.

1.3.1.1. Definición Conceptual

Este tratamiento tiene como finalidad eliminar arenas, grasas, aceites, materia en suspensión o cualquier otro sólido suspendido que estén presentes en el afluente de entrada. Las medidas que se establecen de eficiencia consisten en la remoción de los sólidos suspendidos, altura adecuada, tiempo de retención y tipo de sección transversal del tanque. (VILLELA, 2014)

1.3.1.2. Definición Operacional

En esta misma unidad se da la **etapa biológica de tratamiento** por bacterias anaerobias. Este mecanismo es importante para la

remoción de la materia orgánica presente en el agua residual; el metabolismo bacteriano consiste en la utilización de la materia orgánica como fuente de energía y carbono para generar nueva biomasa. (SARITA AGUIRRE SOLIS, 2018)

1.3.1.3. Definición Dimensiones

Diferentes Dimensiones hidráulicas de los tanques sépticos.

1.3.1.4. Indicadores

Sus indicadores al sufrir cualquier transformación origina la alteración de la variable dependiente; por lo que se relacionan a las dimensiones hidráulicas del tanque séptico y del afluente a tratar:

✚ Caudal de operación (m ³ /seg)	X ₁
✚ Relación largo/ancho (m)	X ₂
✚ Tiempo de retención	X ₃

1.3.2. Variable Dependiente

Y = Remoción de la DBO5 de las aguas residuales domésticas.

1.3.2.1. Definición Conceptual

El tanque séptico es el sistema de tratamiento primario descentralizado más utilizado a pequeña escala para aguas pardas y aguas grises (Alth, 1992). Se utilizan normalmente como una medida general del rendimiento del tratamiento y la calidad del efluente asociado con todos los sistemas de tratamiento de aguas residuales. Estos parámetros incluyen: demanda bioquímica de oxígeno (BOD5) y sólidos suspendidos totales (SST). (ANDERSON D, 2000)

1.3.2.2. Definición Operacional

El tanque séptico es un tratamiento Primario que puede remover contaminantes como la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) en un 35%, este último nos determina la cantidad de oxígeno que requiere una población microbiana heterogénea para oxidar la materia orgánica de una muestra de agua en un periodo de 5 días. (Ramalho R. , 1996)

1.3.2.3. Definición Dimensiones

Remoción de la DBO5 en los tanques sépticos.

1.3.2.4. Indicadores

En esta variable los indicadores se relacionan a la concentración del parámetro de análisis de contaminación en el efluente luego del tratamiento realizado con los tanques sépticos:

± Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	Y1
± PH	Y2
± Temperatura	Y3
± Turbiedad	Y4
± Oxígeno disuelto	Y5

1.3.3. Operacionalización de Variables

La presente Tesis, tiene la investigación del tipo experimental por lo que se genera una relación del tipo Causa – Efecto ya que durante el experimento una o más variables independientes afectan una o más variables dependientes. Esta relación también nos ayuda en el proceso para demostrar y comprobar la hipótesis anteriormente formulada, operacionalizándola a través de sus variables, y de los indicadores de cada una de ella. Por lo tanto, las variables están íntimamente relacionadas, según la relación:

Variable Independiente “X” → Variable Dependiente “Y”

Es así que en la determinación del Efecto de las dimensiones hidráulicas optimas de los tanques sépticos para la remoción de la DBO5 de las aguas residuales domesticas, se clasifican y se operacionalizan las siguientes variables con sus respectivos indicadores, tal como se indica en los Cuadros N° 1.

CUADRO N° 1 : operacionalizacion de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Independiente: Efecto de las dimensiones hidráulicas optimas de los tanques sépticos.	✚ Este tratamiento tiene como finalidad eliminar arenas, grasas, aceites, materia en suspensión o cualquier otro sólido suspendido que estén presentes en el afluente de entrada. Las medidas que se establecen de eficiencia consisten en la remoción de los sólidos suspendidos, altura adecuada, tiempo de retención y tipo de sección transversal del tanque. (VILLELA, 2014)	✚ En esta misma unidad se da la etapa biológica de tratamiento por bacterias anaerobias. Este mecanismo es importante para la remoción de la materia orgánica presente en el agua residual; el metabolismo bacteriano consiste en la utilización de la materia orgánica como fuente de energía y carbono para generar nueva biomasa. (SARITA AGUIRRE SOLIS, 2018)	DIMENSIONES HIDRÁULICAS DE LOS TANQUES SÉPTICOS.	CAUDAL DE OPERACION	NUMERICO
				RELACION LARGO / ANCHO	CATEGORICO
				TIEMPO DE RETENCION	NUMERICO
Dependiente: Remoción de la DBO5 de las	✚ El tanque séptico es el sistema de tratamiento primario descentralizado más utilizado a	✚ El tanque séptico es un tratamiento Primario que puede remover contaminantes	REMOCIÓN DE LA DBO5 EN LOS	DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO (DBO5)	NUMERICO

aguas residuales domésticas.	pequeña escala para aguas pardas y aguas grises. Las eficiencias varían mucho en función de la operación, el mantenimiento y las condiciones climáticas. (Seabloom, 1982)	como la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) en un 35%, este último nos determina la cantidad de oxígeno que requiere una población microbiana heterogénea para oxidar la materia orgánica de una muestra de agua en un periodo de 5 días. (Ramalho R. , 1996)	TANQUES SÉPTICOS.		
			CONDICIONES AMBIENTALES	POTENCIAL DE HIDROGENO (PH)	NUMERICO
				TEMPERATURA (T°)	NUMERICO
			CONDICIONES OPERACIONALES	TURBIEDAD	NUMERICO
OXIGENO DISUELTO (OD)	NUMERICO				

II. Marco Teórico

2.1. Antecedentes

2.1.1. A Nivel Internacional

 (MORA, 2017), en su Estudio Denominado **AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y SANEAMIENTO EN COSTA RICA AL 2016 - METAS AL 2022 Y 2030**. Se enfocó en analizar la cobertura de acceso a agua de calidad potable y saneamiento en aguas residuales domésticas y proponer las metas a cumplir en el 2022 y 2030, en el marco del Objetivo 6 de los “Objetivos de Desarrollo Sostenible” en Costa Rica.

Para ello se utilizó una Investigación de tipo descriptivo-retrospectivo-prospectivo. La metodología fue de acuerdo con el ordenamiento establecido de los objetivos específicos, se divide en 5 etapas; la primera está enfocada a la cobertura y calidad del ACH, con sus diferentes aspectos como la población que recibe agua de calidad potable, intradomiciliar, con control de calidad, tratamiento y/o desinfección, inventario de fuentes de potabilización y otras; la segunda etapa es la cobertura abordada en el saneamiento en aguas residuales domésticas en el año 2016, y la evolución del mismo en el periodo 2000 al 2016; la tercera hace un breve resumen sobre el Programa Nacional de Mejoramiento y Sostenibilidad de la Calidad de los Servicios de Agua Potable (PNMSCSAP); la cuarta etapa propone el Programa Nacional de Manejo Adecuado de Aguas Residuales, para disminuir el impacto de las mismas en los causes receptores, ambos con metas al 2022; por último, la quinta describe las metas a cumplir con ambos programas, tanto para ACH como para la disposición de excretas. Los Resultados indican que Según la ENAHO 2016, la disposición de excretas en Costa Rica se realiza a través de tanque séptico en un 76,6%, un 21,3% por alcantarillado o cloaca (8,2% con tratamiento), un 1,9% por otros sistemas y 0,2% no cuentan con sistema de disposición de excretas.

Las Conclusiones destacan que el mejoramiento en la calidad del agua a nivel nacional se hace evidente; no obstante, se requiere ver más allá y contemplar aspectos de cobertura, continuidad cantidad, cobertura y costos, evaluando no solamente la calidad del agua sino la calidad del

servicio en su totalidad. Prevalece en el país el uso de tanque séptico sobre el alcantarillado, lo que indica que se debe dar mayor inversión en este aspecto por parte de las autoridades.

- ✚ (Lucho-Constantino, 2015), realizó una Investigación titulada **“DISEÑO DE FOSAS SEPTICAS RECTANGULARES MEDIANTE EL USO DE LA HERRAMIENTA FOSEP EN EL MUNICIPIO “EL ALBERTO” – HIDALGO DEL PAÍS DE MÉXICO.** Para lo cual se propuso como objetivo el Desarrollo de una aplicación informática que calcula las dimensiones de un tanque séptico rectangular para servicio doméstico o público con un volumen máximo de 15 000 L. La muestra estuvo conformada del agua residual doméstica generada por 60 usuarios. La metodología empleada fue cuantitativa y descriptiva.

La recolección de los datos está basada en: Recopilación de información general y particular sobre fosas sépticas, la Identificación de variables básicas para el diseño, Validación de variables numéricas en la aplicación Informática FOSEP, el Desarrollo de la aplicación informática. Se utilizó lenguaje Visual Basic 6.0 (Microsoft Corporation, 1998), la Aplicación de FOSEP a un caso de estudio. Las muestras de agua se analizaron los siguientes parámetros: pH, demanda química de oxígeno (DQO), sólidos suspendidos totales (SST), sólidos suspendidos volátiles (SSV) y Coliformes fecales (NMP) de acuerdo a lo descrito en APHA, AWWA, WPCF (2005). Los resultados indicaron que la evaluación del funcionamiento del sistema mostró que la fosa séptica construida cumple con los límites máximos permisibles de los parámetros evaluados de acuerdo a la NOM-001-SEMARNAT-1996 (DOF, 1997). La alta eficiencia del sistema en la remoción de SST y SSV puede ser atribuida a otros factores, tales como el tiempo de operación (menos de un año), un menor número de usuarios, gasto volumétrico diario y la temperatura del sitio ($> 18\text{ }^{\circ}\text{C}$). Aunque la remoción de materia orgánica en términos de DQO fue de 36.86%, este valor se encuentra dentro del rango de eliminación en un sistema de fosas sépticas, que va de 30 a 60% y la eliminación de Coliformes fecales en término de NMP fue del 81%. Las conclusiones indican que, la fosa séptica evaluada, no cumple con las dimensiones

recomendadas por la herramienta FOSEP para tratar el agua residual que se genera. Sin embargo, la evaluación de parámetros fisicoquímicos demostró que el sistema opera de manera eficiente y cumple con los parámetros de descarga que marca la normatividad mexicana.

- ✚ También es destacable el trabajo de (Castillo Borges, Lizama Solís, Méndez Novelo, & García Sosa, 2014), quienes realizaron un artículo científico titulado **“TRATAMIENTO DE EFLUENTES DE FOSAS SÉPTICAS POR EL PROCESO DE LODOS ACTIVADOS”** en el estado de Yucatán, Mérida, México. Su **objetivo** se centró en la implementación de un sistema de tratamiento secundario para las aguas residuales provenientes de los tanques sépticos, a fin de garantizar que la calidad del efluente tratado cumpla con las condiciones de descarga permitidas. Para la recolección de los datos se realizó la caracterización fisicoquímica y bacteriológica de las aguas residuales domésticas provenientes de los tanques sépticos. **Los resultados** mostraron que el contenido de materia orgánica resultó, en promedio, de 109 mg/L como Demanda Bioquímica de Oxígeno y de 219 mg/L como Demanda Química de Oxígeno en el tanque séptico y Se evaluó un reactor de lodos activados a nivel laboratorio para las aguas en estudio. Para tiempos de retención hidráulicos de 4.5, 6 y 9 horas se obtuvieron remociones de la Demanda Bioquímica de Oxígeno de 89,3%, 93,1% y 94,2% respectivamente; las eficiencias de Demanda Química de Oxígeno fueron 74,1%, 84,7% y 82,3% para los mismos tiempos. **Las conclusiones** destacan que el proceso de lodos activados es apropiado para el tratamiento de aguas residuales, efluentes de fosas sépticas.

✚ (Gago, 2010), quien realizó una tesis denominada “EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS GENERADAS EN HOLCIM (NICARAGUA) S.A”. Su objetivo se centró en evaluar el sistema de tratamiento de aguas residuales domesticas del comedor de transportistas de Holcim (Nicaragua), S.A, que incluye Tanque séptico – Filtro anaerobio de flujo Ascendente. La metodología consistió en la medición de caudales para verificar las condiciones hidráulicas de la planta que está conformado por un Tanque Séptico dimensionado de 3.4 m de largo, 2.2. m de ancho y una altura de 1.6 m y posterior a esto el Filtro anaerobio de flujo Ascendente, luego se realizó 3 análisis físico-químico de las muestras de agua del afluente y efluente, que posteriormente permitieron determinar la eficiencia de remoción de contaminantes del sistema. Los resultados mostraron que el caudal promedio total del efluente fue de 4.74 m³/día. Este valor corresponde a la cantidad de agua residual que es descargada a diario en el pozo de absorción para su integración al ambiente. Se encontró que los flujos hidráulicos y sus respectivos tiempos de retención hidráulica en el sistema están conforme a lo establecido por la Empresa Nicaraguense de acueductos y alcantarillados (ENACAL) y los porcentajes de eficiencia de remoción de los contaminantes en el sistema fueron: En la Primer análisis se obtuvo en el afluente 30 mg/l de DBO5 con un PH de 6.72, temperatura de 30.16°C y en el efluente 24 mg/l con un PH de 7.24, temperatura de 29.79°C. En el segundo análisis se obtuvo en el afluente 105 mg/l de DBO5 con un PH de 6.70, temperatura de 30.41°C y en el efluente 35 mg/l con un PH de 7.14, temperatura de 30.47°C. En el tercer análisis se obtuvo en el afluente 63 mg/l de DBO5 con un PH de 6.75, temperatura de 30.33°C y en el efluente 25 mg/l con un PH de 7.34, temperatura de 30.83°C. con base en los resultados promedios de la caracterización del afluente y efluente, se determinó la eficiencia porcentual de remoción de cada contaminante de la unidad de tanque séptico observando que la DBO5 en el afluente es de 66 mg/l y en el efluente es de 28 mg/l, obteniendo un 57.58 % de remoción de DBO5. Las conclusiones indican que la caracterización físico-química de las

aguas residuales tratadas cumple con lo establecido en la legislación vigente del país y que la eficiencia de la Planta de tratamiento es baja a comparación de las otras Plantas de tratamiento similares en el país, las causas fueron analizadas, encontrando 2 principales razones del bajo rendimiento en el tratamiento: falta de la unidad de desengrase y deficiencia del diseño en el tanque séptico.

- ✚ (SALAZAR, 2015), quien realizó una Tesis denominada “EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE REDISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA COMUNIDAD DE CHURUGUZO, PARROQUIA TARQUI, CANTÓN CUENCA, PROVINCIA DEL AZUAY”. Su objetivo se centró en Contribuir al mejoramiento del saneamiento ambiental en el Cantón Cuenca y estudiar distintas soluciones tecnológicas para el tratamiento de aguas residuales en los sectores Urbano-Marginales y Rurales del Cantón Cuenca. Se llevó a cabo en primer lugar evaluaciones realizadas previamente y se complementó con caracterizaciones del agua residual afluente y efluente al sistema. La Planta cuenta actualmente con una fosa séptica y dos humedales artificiales de flujo horizontal subsuperficial. Con base en una exhaustiva revisión de la bibliografía técnica, se plantearon como alternativas de rediseño utilizar como unidad central de tratamiento: i) humedales recíprocos, ii) Reactor de recirculación con medio filtrante y iii) Modificar los actuales humedales. Una vez efectuados los correspondientes diseños y analizada la factibilidad técnica y económica de cada una de las alternativas planteadas, se optó por rediseñar la tecnología actual del sistema, es decir, los humedales artificiales de flujo horizontal subsuperficial, aplicando como metodología de diseño la propuesta por Kadlec & Knight (1996). Además, en función del caudal y cargas contaminantes, se procedió a rediseñar las estructuras de pretratamiento, la fosa séptica de profundidad 2.70 m, Ancho 4.40 m, Largo 16.00 m, con relación largo / ancho 3.6 y las líneas de conducción. Como parte del diseño definitivo también se incluye la propuesta de operación y mantenimiento del diseño. Dentro de los resultados se encontró que la concentración de la Demanda Bioquímica de Oxígeno

de agua residual cruda que ingresa a la Planta es de 90 mg/l, con un PH de 6.98, TRH de 0.25 días y temperatura de 14.6 °C y disminuye en la salida del tanque séptico a 79.5 mg/l de DBO5, ha sido removido en la unidad 11.6% con un PH de 7.17. El autor concluyo que las ecuaciones propuestas para predecir la remoción de la DBO5 las cuales son el fundamento para el dimensionamiento del sistema, deben ser validadas en experiencias con plantas a escala piloto bajo condiciones ambientales representativas del medio y la operación y mantenimiento de los sistemas descentralizados de tratamiento de agua residual son un factor primordial para el éxito del funcionamiento del sistema.

✚ (SILVA, 2014), quien realizó una Tesis denominada **DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA CENTRAL ECUATORIANA DE SERVICIOS AGRICOLAS – RIOBAMBA 2013**. Su objetivo se centró en Diseñar una Planta de Tratamiento De Aguas Residuales para la Central Ecuatoriana de Servicios Agrícolas (CESA) ubicada en la ciudad de Riobamba Parroquia Lizarzaburu – Periodo 2013. La metodología investigada fue Cuantitativa y Cualitativa. La técnica para la recolección de datos que se llevó a cabo mediante Encuestas levantamiento de la línea base ambiental. Dentro de los resultados y conclusiones, se encontró eficiencia teórica del sistema propuesto es 70% aceites y grasas, 30% de DBO5 y 50% de solidos suspendidos en el tanque séptico; teniendo como resultados finales de la remoción de mismo: 96.30 mg/l, 256.90 mg/l y 490 mg/l respectivamente. Mientras que en el filtro anaeróbico de flujo ascendente, la eficiencia teórica es 65% de DBO5 60% de DQO y 60 % de solidos suspendidos, presentado como valores finales de remoción 89.92 mg/l y 196 mg/L respectivamente.

✚ (LEON, 2017), quien realizo una Tesis denominada **“ANALISIS Y EVALUACION DE TANQUES SEPTICOS MEJORADOS EN SUELOS DE BAJA CAPACIDAD DE FILTRACION HIDRAULICA – COSTA RICA”**. Su objetivo se centró en Analizar y evaluar los parámetros de

diseño y dimensionamiento para un tanque séptico y etapas complementarias de tratamiento. El estudio y análisis, se realizara únicamente de manera teórica, no se llevara a cabo ninguna prueba de laboratorio con base a los resultados obtenidos, se investigara de manera profunda en los parámetros de diseño y recomendaciones actualmente establecidos, para un tanque séptico que tengan un impacto importante en la variación del volumen útil de estos.

La metodología se basó en un análisis teórico donde se estudiaron y evaluaron las ecuaciones de diseño actuales para el volumen de un tanque séptico. También se compararon con versiones anteriores y de otros países. Además, se tendrá una evaluación y análisis de etapas complementarias de tratamiento a un tanque séptico, específicamente sistemas de infiltración y filtros biológicos.

El resultado es una base o guía para establecer como diseñar un tanque séptico. Además, de brindar aclaraciones de cómo está fundamentado dicho diseño y precauciones y recomendaciones que se debe de tener a futuro con esta tecnología. En consecuencia, las conclusiones indican que no es posible analizar el impacto en la variación de eficiencia de remoción de contaminantes, cuando se modifiquen las variables y parámetros de diseño en las ecuaciones. Se analizaran las anteriores únicamente, para una ecuación de diseño, puesto que es la única que lo permite de manera explícita en la formula.

2.1.2. A Nivel Nacional

✚ (SARITA AGUIRRE SOLIS, 2018), quien realizó un artículo científico titulado **TRATAMIENTO PRIMARIO DE AGUAS SERVIDAS MEDIANTE TANQUE SÉPTICO EN URBANIZACIÓN DE LURIGANCHO, LIMA, PERÚ**. Su objetivo se centró en mejorar la calidad del agua, considerando los parámetros fisicoquímicos (sólidos suspendidos totales, turbiedad, pH, oxígeno disuelto, conductividad, DBO5, y biológicos (Coliformes totales y fecales)). La metodología empleada fue Cuantitativo, de tipo descriptivo. El diseño que se utilizó fue la construcción del tanque séptico se realizó la excavación en un área de 0.88 m² con una profundidad de 1.7 m; para la construcción de las paredes y las cámaras se utilizaron ladrillos y mezcla de cemento y arena fina, además para la conexión de las tuberías provenientes de la cocina y servicios, se utilizaron tuberías de 2" y 4" de diámetro. El tanque se recubrió con una capa de plástico y una plancha de tecnopor (1.05 x 0.75 m), como medida de seguridad se elaboró una tapa de madera y para evidenciar su eficiencia se realizó en análisis pre y pos de la calidad del agua. Los resultados obtenidos en el tratamiento primario son: El pH inicial fue 7.1 y se tuvo un post de 6.6. Por otro lado el ECA agua indica un rango de 6.5 - 8.5 en la categoría tres D1 para la bebida de animales y riego de las plantas. Por lo cual el pH obtenido está dentro de este rango. La Temperatura fue al inicio de 24.8 °C y post de 24°C. La turbidez inicial fue 228 UNT, el proceso la sedimentación del tanque séptico mejoró este parámetro dado a que se redujo a 204 de UNT y la DBO5 en la fase de pretratamiento tuvo un valor de 32 mg/L y luego del tratamiento disminuyó a 14.4 mg/L, evidencia que el tratamiento fue exitoso, puesto que el valor final está dentro lo aceptable según el ECA agua, siendo eficiente en 45%. La conclusión hace hincapié en resaltar que el prototipo a escala real del tanque séptico, tiene una eficiencia de 63.12 % de funcionamiento con un proceso de retención de 3 días, un caudal de 4.624x10⁶ m³ /s y un volumen depositado de 0.216 m³.

✚ (MATTOS, 2018), quien realizo una Tesis denominada **“EVALUACIÓN, DIAGNÓSTICO Y PROPUESTAS DE MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, EN LA LOCALIDAD DE TAMBO REAL NUEVO EN EL DISTRITO DE CHIMBOTE, PROVINCIA DE SANTA – ANCASH-2018”**

Para lo cual se propuso como objetivo Evaluar, diagnosticar y proponer una mejora de la planta de tratamiento de aguas residuales en la localidad de Tambo Real Nuevo. Para eso tuvo como base una metodología Cuantitativa y utilizo el tipo de investigación Aplicativa. En ese sentido, el diseño fue Pre-Experimental. Se contó con una población, la cual estuvo conformada por 1854 habitantes de la zona y como instrumento de recolección de datos se utilizó el cuestionario.

La técnica para la recolección de datos que se llevó a cabo en mediante encuestas. Se trabajó con los parámetros de diseño utilizados en la construcción de la planta de tratamiento, así también la población en sí misma, que permitió diagnosticar el estado actual de la planta respecto a la calidad de efluente y afluente. Dentro de los resultados y conclusiones, se encontró que la PTAR de Tambo Real Nuevo se encuentra operativo y trata las aguas residuales en forma parcial, sin lograr que los parámetros importantes como Coliformes Termotolerantes, DBO, DQO, STS cumplan la Norma y que algunos como Aceites y Grasas y el PH si cumplen el rango máximo permitido establecido por la Norma (DS N°003-2010-MINAM), por lo que se hace necesario realizar mejoramientos para los efluente que son vertidos a un cuerpo de agua receptor, disminuyéndose así la contaminación de los ríos, lagos y mares.

✚ (Chayña, 2018), quien realizo su tesis denominada **“TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES RESIDENCIALES USANDO TECNOLOGÍA DE BAJO COSTO EN LA URBANIZACIÓN SANTA ANA DE LA CIUDAD DE JULIACA, PROVINCIA DE SAN ROMÁN, REGIÓN PUNO”**. Su objetivo se centró en lograr el diseño de un sistema de recolección y tratamiento de aguas residuales domésticas usando tecnología de bajo costo en la Urb. Santa Ana de la ciudad de Juliaca, Provincia de San Román, Región Puno. El presente estudio es no experimental, utilizando el sistema de

alcantarillado condominial para la recolección, tanques sépticos y humedales artificiales para el tratamiento de aguas residuales. La metodología de investigación lleva un enfoque documental o teórica, la investigación pretende determinar el diseño del sistema de tratamiento de aguas residuales que permita reutilizar y evacuar el agua en zonas de topografía llana, utilizando resultados de DBO en humedales antes y después de su tratamiento, obtenidos de artículos científicos e investigaciones precedentes de humedales artificiales. La selección de la muestra está constituida por la Urbanización Santa Ana de la ciudad de Juliaca. La selección de la muestra se realizó porque la urbanización Santa Ana no cuenta con servicios de tratamiento de aguas residuales domésticas, siendo un problema de gran índole en la Urbanización Santa Ana, de la ciudad de Juliaca. El diseño de alcantarillado condominial fue analizado de acuerdo a la población futura que se tiene, se realizó el cálculo de caudal máximo horario. El diseño de tratamiento de aguas residuales comprende el uso de tratamiento preliminar, conformado por cámara de cribas, desarenador y desengrasador, con el cual se pretende eliminar las arenas y grasas que ingresaran a la planta de tratamiento, seguidamente el efluente pasa al tratamiento primario que está conformado por 02 tanques sépticos, los cuales se encargaran del tratamiento primario, y para finalizar el tratamiento se diseñó humedales artificiales para el tratamiento y disposición final de esta, para el almacén de las aguas tratadas se tiene un reservorio rectangular. Se concluye mencionando que luego del estudio es posible recolectar y tratar aguas residuales residenciales en lugares con topografía llana. Dentro de los resultados y Conclusiones, se encontró que los tanques sépticos son eficientes para la remoción de DBO y SST, y bajos en costo de mantenimiento y operación, ya que se realizará una vez al año. De la misma manera los humedales de flujo sub-superficial son eficientes para la remoción de DBO y SST, con costo bajo en la construcción y operación y mantenimiento.

✚ (BLAS, 2018), quien realizó su tesis denominada “**DETERMINACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA EFICIENCIA DEL SISTEMA DE TANQUE**

SÉPTICO Y FILTRO BIOLÓGICO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA LOCALIDAD DE JIVIA – DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO”.

Su objetivo se centró en determinar y mejorar la eficiencia del sistema de tanque séptico y filtro Biológico en el tratamiento de aguas residuales en la localidad de Jivia. Para esto tuvo como base un tipo de investigación aplicada, descriptiva y el diseño de investigación es no experimental. Para la recolección de datos se utilizó diferentes instrumentos de recolección de datos como; guía de observación, formato de encuesta, análisis de laboratorio y fotografías. La metodología consistió en diagnosticar y evaluar la situación actual de los sistemas de tanque séptico y filtro biológico de la PTAR, en esta parte se describió que el tanque séptico es rectangular con dos compartimientos que cuenta con las dimensiones de 2.80 m de ancho, 8.30 m de largo y 2.70 m de altura y el filtro es una estructura cuadrada existente de tratamiento de agua residual, que tiene las dimensiones de 2.40x2.40 y 2.00 m de altura, y cuenta con siguientes elementos, tales como gravas de filtro, tuberías y accesorios de F°G° de diámetro 3/4”, para luego realizar el análisis de caracterización del agua a residual cruda sin tratar y tratada en tiempo de invierno (Toma I) y verano (Toma II y III). En consecuencia se obtuvieron resultados favorables de remoción de las concentraciones de la Demanda Bioquímica de Oxígeno de agua residual cruda que ingresa con 125 mg/l al tanque séptico, se disminuye en la salida de esta unidad a 110 mg/l de DBO5, es decir, se remueve a 88.0% de DBO5, debido a la degradación de la materia orgánica por la actividad microbológica y el porcentaje es mayor en la temporada de lluvia, debido al caudal de aguas residual se incrementa favoreciendo la dilución de DBO5 para la Toma I. En la Toma II la Demanda Biológico de Oxígeno de agua residual ingresa con 62 mg/l de DBO al tratamiento primario, se disminuye en la salida de la unidad de tanque séptico a 32 mg/l de DBO5, es decir, se remueve la demanda bioquímica de oxígeno a 51.6% de DBO5 y en la Toma III la Demanda Biológico de Oxígeno de agua residual cruda que ingresa al tratamiento primario es 241 mg/l de DBO, ha sido removida en la unidad de tanque séptico a 211 mg/l de DBO5, es decir, se remueve la materia orgánica a 87.6% de DBO5 por la actividad microbológica. Se llega a

concluir la configuración del sistema de tratamiento funciona correctamente y remueve los parámetros analizados, por esta razón se puede implementar este tipo de sistemas de tratamiento de Agua Residual para las zonas rurales en el Departamento de Huánuco.

2.1.3. A Nivel Local

No existe Referencias Bibliografías dentro del Territorio Local, con respecto a investigaciones de **“Dimensiones Hidráulicas Óptimas de los Tanques Sépticos para la Remoción de la DBO5 de las Aguas Residuales Domésticas”**, por lo que sólo se certifica a los estudios internacionales y nacionales que involucran Tratamientos de aguas Residuales con Tanques Sépticos; también es importante destacar, que muchos de estos tratamientos Primarios se utilizan en zonas Rurales.

A pesar de ello, es importante señalar que a la par de esta investigación se han llevado a cabo 5 investigaciones de Dimensionamiento Hidráulicas Óptimas de los Tanques Sépticos, a cargo de bachilleres de Ingeniería Sanitaria de la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo para el proceso de obtención del título Profesional.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. EFECTO DE LAS DIMENSIONES HIDRÁULICAS ÓPTIMAS DE LOS TANQUES SÉPTICOS.

El tanque séptico es una estructura de separación de sólidos que acondiciona las aguas residuales domésticas para su buena infiltración en los sistemas de percolación, tiene dos unidades o zonas, en la primera unidad llegan toda las aguas residuales, donde se da una situación de estabilidad hidráulica, que permite la sedimentación por gravedad de las partículas pesadas que van al fondo y las partículas livianas y las grasas se acumulan en la parte superior. (SARITA AGUIRRE SOLIS, 2018)

En esta misma unidad se da la etapa biológica de tratamiento por bacterias anaerobias. Este mecanismo es importante para la remoción de la materia orgánica presente en el agua residual; el metabolismo bacteriano consiste en la utilización de la materia orgánica como fuente de energía y carbono para generar nueva biomasa. (SARITA AGUIRRE SOLIS, 2018)

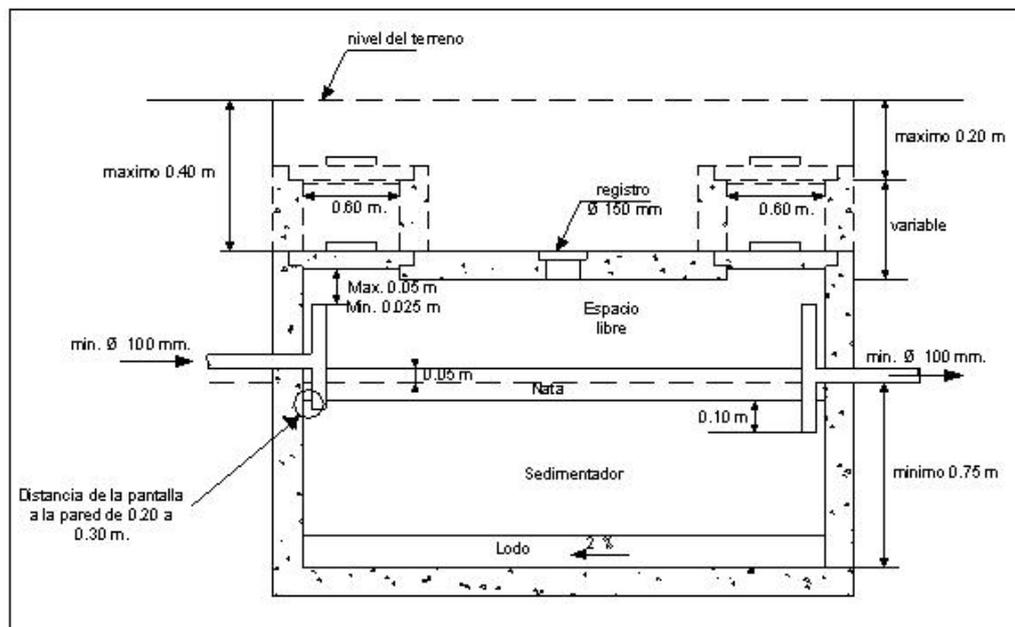
2.2.1.1. DIMENSIONES HIDRÁULICAS DE LOS TANQUES SÉPTICOS.

Para determinar las dimensiones internas de un tanque séptico rectangular, además de la Norma S090 y de las “Especificaciones técnicas para el diseño de tanque séptico” publicadas por la Unidad de Apoyo Técnico para el Saneamiento Básico del Área Rural, se emplean los siguientes criterios:

- a. Entre el nivel superior de natas y la superficie inferior de la losa de cubierta deberá quedar un espacio libre de 300 mm, como mínimo.
- b. El ancho del tanque deberá ser de 0,60 m, por los menos, ya que ese es el espacio más pequeño en que puede trabajar una persona durante la construcción o las operaciones de limpieza.
- c. La profundidad neta no deberá ser menor a 0,75 m.
- d. La relación entre el largo y ancho deberá ser como mínimo de 2:1.
- e. En general, la profundidad no deberá ser superior a la longitud total.
- f. El diámetro mínimo de las tuberías de entrada y salida del tanque séptico será de 100mm (4”).
- g. El nivel de la tubería de salida del tanque séptico deberá estar situado a 0,05m por debajo de la tubería de entrada.
- h. Los dispositivos de entrada y salida de agua residual al tanque séptico estarán constituidos por Tees o pantallas.
- i. Cuando se usen pantallas, éstas deberán estar distanciadas de las paredes del tanque a no menos de 0,20 m ni mayor a 0,30 m.

- j. La prolongación de los ramales del fondo de las Tees o pantallas de entrada o salida, serán calculadas por la fórmula $(0,47/A+0,10)$.
- k. La parte superior de los dispositivos de entrada y salida deberán dejar una luz libre para ventilación de no más de 0,05 m por debajo de la losa de techo del tanque séptico.
- l. Cuando el tanque tenga más de un compartimiento, las interconexiones entre compartimiento consecutivos se proyectaran de tal manera que evite el paso de natas y lodos.
- m. Si el tanque séptico tiene un ancho W , la longitud del primer compartimiento debe ser $2W$ y la del segundo W .
- n. El fondo de los tanques tendrá una pendiente de 2% orientada al punto de ingreso de los líquidos.
- o. El techo de los tanques sépticos deberá estar dotado de losas removibles y registros de inspección de 150 mm de diámetro.

FIGURA N° 1: Dimensiones del Tanque séptico



Fuente: (ORGANIZACION PANAMERICANA DE SALUD, 2005)

a. CAUDAL DE OPERACION

Es el volumen de agua residual por unidad de tiempo, este es un parámetro sumamente importante en el tratamiento de

aguas residuales, debido a que sin su cuantificación los diseños de las plantas de tratamientos tendrían inconvenientes en su funcionamiento.

- **Caudales de las aguas residuales urbanas**

El caudal que generan las aguas residuales está directamente relacionado con el desarrollo económico y social del ser humano; puesto que un mayor desarrollo conlleva a un incremento en el consumo de agua debido a las actividades cotidianas. Existen diversos factores que influyen en el consumo de agua debido a las actividades cotidianas. Existen diversos factores que influyen en la cantidad de agua residual:

Consumo de agua para abastecimiento

Perdidas debido a fugas en los colectores

Ganancias por vertidos a las redes de alcantarillado o por instrucciones.

(<http://www.centa.es/uploads/publicaciones/doc4f965da41fa7d.pdf>, 2013)

b. RELACION LARGO / ANCHO

La relación larga: ancho del área superficial del tanque séptico deberá estar comprendida entre 2:1 a 5:1. El ancho del tanque séptico no deberá ser menor a 0,60 m y la profundidad neta no menor a 0,75 m. (OPS/CEPIS/03.80, 2003)

c. TIEMPO DE RETENCIÓN

El tiempo Teórico requerido para desalojar el contenido de un tanque o una unidad, a una velocidad o régimen de descarga determinado (volumen dividido por el gasto). (NORMA IS.020, 2006)

El tiempo de retención (TR) es un parámetro tradicionalmente utilizado para el diseño de reactores y se calcula dividiendo el volumen del tanque entre el caudal de ingreso de aguas residuales. Es el tiempo que tardaría una partícula cualquiera del fluido en entrar y salir de la unidad, en el cual todas las

partículas del fluido evolucionaran en la misma forma. (Crittenden, Trussell, Hand, Howe, & Tchobanoglous, 2012). En la práctica, es difícil que esto ocurra, debido a las condiciones hidráulicas del fluido, (zonas muertas, cortos circuitos, entre otras) las cuales hacen imposibles las condiciones de flujo estable. (Gomez, 2014).

2.2.2. REMOCIÓN DE LA DBO5 DE LAS AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS.

El tanque séptico es el sistema de tratamiento primario descentralizado más utilizado a pequeña escala para aguas pardas y aguas grises (Alth, 1992). Se utilizan normalmente como una medida general del rendimiento del tratamiento y la calidad del efluente asociado con todos los sistemas de tratamiento de aguas residuales. Estos parámetros incluyen: demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) y sólidos suspendidos totales (SST). (ANDERSON D, 2000)

Los lodos de un sedimentador primario son distintos a los lodos de un desarenador porque son un tipo inorgánico. Las grasas y espumas que se llegan a formar sobre la superficie del sedimentador primario son removidas por medio de rastrillos que ejecutan un barrido superficial continuo. Los lodos que son sedimentados en un sedimentador primario son llamados lodos primarios, en la que se recogen del fondo con rastrillos que después son sometidos a una digestión. (Perez, 2015)

2.2.2.1. REMOCIÓN DE LA DBO5 EN LOS TANQUES SÉPTICOS.

✚ NIVELES DE ELIMINACIÓN DE CONTAMINANTES SEGÚN EL TIPO DE TRATAMIENTO

Esta definición deja entrever la necesidad de determinar primeramente la característica de los desechos líquidos crudos y en segundo lugar, preestablecer las características que debe tener el efluente tratado para no afectar el medio ambiente (CEPIS/OPS-OMS, 2002). Por ello, los esfuerzos de recolección y el tratamiento

de las aguas residuales domésticas o municipales están típicamente sujetos a la normatividad ambiental y cumplimiento de los LMP y el ECA (Gobierno Regional de Junín, 2010). Para cumplir con estas exigencias es posible encontrar tratamientos de tipo primario, secundario y terciario que resultan de la combinación de procesos y operaciones unitarias, dependiendo de los objetivos que se deseen cumplir (Red ALFA TECSPAR).

TABLA N° 1: Niveles de eliminación de contaminantes (%) según el tipo de tratamiento

Parámetro	Tratamiento Primario	Tratamiento secundario	Tratamiento Terciario
DBO5	35	90	99.9
DQO	30	80	99.8
Sólidos Suspendidos	60	90	100
Nitrógeno	20	50	99.5
Fósforo	10	30	99.3

Fuente: (Ramalho R. , 1996)

a. DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO (DBO5)

El DBO se utiliza como una medida de la cantidad de oxígeno suficiente para la oxidación de la materia orgánica biodegradable de una muestra y como respuesta de la oxidación bioquímica aerobia. En las aguas residuales es el resultado de tres tipos de materiales materia orgánica que es usado como fuente de alimentación, nitrógeno oxidable y de compuestos químicos reductores presentes de las reacciones dentro del cuerpo de agua. (Ramalho R. , 1993)

Al tener una gran cantidad de desechos orgánicos en el agua, crece la probabilidad de tener más bacterias presentes trabajando en la descomposición, entonces la demanda de oxígeno será más alta, esto crece el nivel de DBO. Si se tienen niveles altos de DBO el oxígeno disuelto disminuye ya que el oxígeno que está apto es

usado por las bacterias en los diferentes procesos internos del cuerpo de agua, es afectada a los restantes organismos porque contienen menos oxígeno útil para sus procesos biológicos. (IICA, 2000)

El parámetro de polución orgánica más usada y efectivo a las aguas residuales y superficiales es la DBO a los 5 días (DBO5). Supone esta comprobación la medida del oxígeno disuelto usado por los microorganismos en la oxidación bioquímica de materia orgánica biodegradable. La medida de la DBO es notable en el tratamiento de aguas residuales y para la gestión técnica de la calidad de agua ya que se usa para hallar la cantidad próxima de oxígeno que se requieran para estabilizar biológicamente la materia orgánica. (Valderrama, 1999)

Esta es una medida indirecta de la cantidad de materia orgánica contenida en una muestra de agua, determinada por el consumo de oxígeno que hacen los microorganismos para degradar los compuestos biodegradables. Se evalúa analíticamente incubando una muestra con microorganismos por 5 días a 20 °C, después de un tiempo se lee la concentración final de oxígeno y se compara con la inicial; esta prueba es conocida como DBO5 o DBO estándar. También se hacen, eventualmente, pruebas a 7 días (DBO7) y a 20 días (DBO última – DBO_u o total – DBO_t). Para las aguas residuales domésticas, se estima que:

$$DBO_5 \approx 0.75 DBO_u$$

Una curva característica de la DBO evidencia que a los 5 días se ha degradado cerca del 70% de la materia orgánica y que a partir del día 10 esta curva se hace asíntota, como se muestra en la siguiente ilustración.

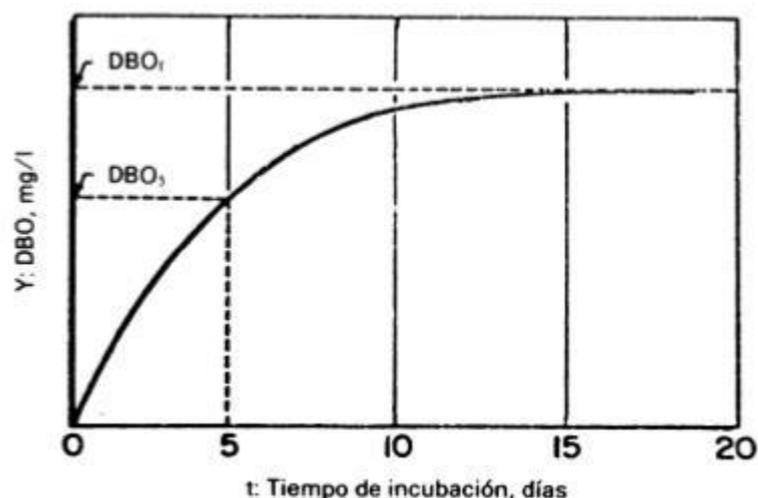


FIGURA N° 2: Curva característica de la DBO. (Ramalho R. , 1996).

2.2.2.2. CONDICIONES AMBIENTALES

a. PH

Es la medida del grado de acidez o alcalinidad de un agua; es decir la concentración del ion hidrogeno. La escala de unidades de pH va desde 0 (muy ácido) hasta un valor de 14 (muy básico), teniendo como punto medio 7 (neutro). El agua residual ácida es muy agresiva y corrosiva, mientras que el agua residual básica causa incrustaciones.

El pH debe estar entre 6.5 y 8.5 para que exista la mayoría de la vida acuática. Las aguas residuales con valores de pH menores a 5 y superiores a 9 son sumamente difíciles de tratar con procesos biológicos. Debido a esto el pH del agua residual ya tratada debe ser calibrado antes de ser descargada a un cuerpo de agua para evitar alteraciones. (ROMERO, 2009)

b. TEMPERATURA

La temperatura del agua residual es superior que a la del abastecimiento, esto como resultado del ingreso de agua caliente derivado de las descargas domésticas. Esta medición es significativa

porque en los sistemas de tratamiento hay procesos biológicos que están sujetos a la temperatura. (MATTOS, 2018).

La temperatura del agua residual suele ser siempre más elevada que la del agua de suministro, hecho principal debido a la incorporación de agua caliente procedente de las casas y los diferentes usos industriales. Dado que el calor específico del agua es mucho mayor que el del aire, las temperaturas registradas de las aguas residuales son más altas que la temperatura del aire durante la mayor parte del año, y solo son menores durante los meses más calurosos del verano.

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 los 35°C. Los procesos de digestión aerobia 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. Si se alcanzan temperaturas del orden de 2°C, incluso las bacterias químio heterótrofas que actúan sobre la materia carbonosa dejan de actuar. (Metcalf, 1996)

2.2.2.3. CONDICIONES OPERACIONALES

a. TURBIEDAD

La turbidez como capacidad de las propiedades de la dispersión de la luz en el agua, usada para exponer la calidad de las aguas naturales y residuales tratadas haciendo la comparación adecuada al material en suspensión. El cálculo que se realiza es por comparación de la intensidad de luz dispersa en una muestra y la luz dispersa por suspensión de contraste en las mismas condiciones. (MATTOS, 2018)

b. OXIGENO DISUELTO

Es uno de los parámetros clave de la medición de la calidad del agua, los valores de oxígeno varían de 7 a 9 mg/L. La principal fuente de oxígeno es el aire en difusión con el agua, por la turbulencia en los cuerpos de agua y por el viento. Por ejemplo, en los lagos la fotosíntesis es la fuente más importante y en los ríos el nivel de turbulencia que estos posean, determinará tanto la producción primaria como su grado de eutrofización. (Roldán Pérez, 2003)

Así que la estimación de la contaminación orgánica del agua es compleja, ya que la oxidación de la materia orgánica conduce a un agotamiento del oxígeno disuelto disponible en el cuerpo de agua. Al medir la concentración de oxígeno disuelto, se puede obtener una estimación de cuál es la cantidad de sustancias orgánicas oxidables dentro de ésta. (Llorca, 2006).

2.3. Definición de Términos básicos

- ✓ **Afluente:** Agua u otro líquido que ingresa a un reservorio, planta de tratamiento o proceso de tratamiento.
- ✓ **Efluente:** Líquido que sale de un proceso de tratamiento.
- ✓ **Agua residual:** Agua que ha sido usada por una comunidad o industria y que contiene material orgánico o inorgánico disuelto o en suspensión.
- ✓ **Agua residual doméstica:** Aguas residuales de origen doméstico, comercial e institucional que contienen desechos fisiológicos y otros provenientes de la actividad humana.
- ✓ **Agua residual municipal:** Aguas residuales domésticas que puedan incluir la mezcla con aguas de drenaje pluvial o con aguas residuales de origen industrial siempre que éstas cumplan con los requisitos para ser admitidas en los sistemas de alcantarillado de tipo combinado.
- ✓ **Concentración:** Cantidad de una sustancia disuelta en una unidad de volumen de solución o aplicada a un peso unitario de sólidos.
- ✓ **Muestreo:** Toma de muestras de volumen predeterminado y con la técnica de preservación correspondiente para el parámetro a medir.

- ✓ **DBO₅**: Demanda bioquímica adherida a un medio sólido y que lleva a cabo la degradación de la materia orgánica. La relación entre DBO y DQO es un indicador de la degradación de la materia contaminante.
- ✓ **DQO**: Demanda química de oxígeno, que expresa la cantidad de oxígeno consumida por los cuerpos reductores en un agua sin intervención de los microorganismos.
- ✓ **pH**: Logaritmo de signo negativo, de la concentración de iones hidrógeno expresado en moles por litro.
- ✓ **PTAR**: Planta de tratamiento de aguas residuales.
- ✓ **Tratamiento primario**: Remoción de una considerable cantidad de materia en suspensión sin incluir la materia coloidal y disuelta.
- ✓ **Tratamiento secundario**: Nivel de tratamiento que permite lograr la remoción de materia orgánica biodegradable y sólidos en suspensión.
- ✓ **Eficiencia de tratamiento**: Relación entre la masa o concentración removida y la masa o concentración aplicada, en un proceso o planta de tratamiento y para un parámetro específico. Puede expresarse en decimales o porcentajes.

III. Marco Metodológico

3.1. Tipo de Investigación

Según Propósito o Aplicación:

Por la naturaleza de nuestra investigación, el presente estudio reúne las características principales para ser denominada como una **investigación Básica**, porque busca el proceso científico y generan conocimientos teóricos, sin interesarse directamente en sus posibles aplicaciones o consecuencias prácticas, es más formal y persigue las generalizaciones con vistas al desarrollo de una teoría basada en principios y leyes. **Es Aplicada**, debido a que los alcances de esta investigación son más prácticos, más aplicativos y se sustentan a través de normas, leyes, manuales y de instrumentos técnicos para la recopilación de la información. (Alfaro Rodríguez, 2012)

3.2. Diseño de Investigación

El diseño que hemos aplicado para el desarrollo de nuestro proyecto, está orientado al estudio y análisis de las variables, que son materia de nuestra investigación y de acuerdo a lo siguiente:

- ✚ Según el Nivel de desarrollo de investigación el diseño es Descriptivo, porque buscan desarrollar una imagen o fiel representación (descripción) del fenómeno estudiado a partir de sus características. Describir en este caso es sinónimo de medir. Miden variables o conceptos con el fin de especificar las propiedades importantes de comunidades, personas, grupos o fenómeno bajo análisis. El énfasis está en el estudio independiente de cada característica, es posible que de alguna manera se integren las mediciones de dos o más características con el fin de determinar cómo es o cómo se manifiesta el fenómeno. Pero en ningún momento se pretende establecer la forma de relación entre estas características. En algunos casos los resultados pueden ser usados para predecir. (Babbie, 1979) y (Selltitz, 1965).

También es Explicativo, porque pretenden conducir a un sentido de comprensión o entendimiento de un fenómeno. Apuntan a las causas de los eventos físicos o sociales. Pretenden responder a preguntas como: ¿por qué ocurre? ¿En qué condiciones ocurre? Son más estructurados y en la

mayoría de los casos requieren del control y manipulación de las variables en un mayor o menor grado.

Para ubicar cuál de estos tipos de investigación corresponde a un estudio en particular que se desea realizar, será necesario determinar el estado de conocimiento existente respecto al tema en investigación a partir de una completa revisión de la literatura y el enfoque que el investigador desee dar a su estudio. (Babbie, 1979) y (Selltiz, 1965).

- ✚ Según el enfoque el diseño es **Cuantitativo**, porque se recopila datos de campo y **Según** (HERNANDEZ, 2010) “El enfoque cuantitativo usa la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías”.
- ✚ Según el grado de manipulación de Variables, el diseño es **Experimental**, porque el investigador construye deliberadamente una situación a la que son expuestos varios individuos. Esta situación consiste en recibir un tratamiento, condición o estímulo bajo determinadas circunstancias, para después analizar los efectos de la exposición o aplicación de dicho tratamiento o condición. Por decirlo de alguna manera, en un experimento se ‘construye’ una realidad. (Hernandez, 2001)

3.3. Métodos o Técnicas

3.3.1. TECNICAS

En el presente trabajo de investigación se utilizaron técnicas experimentales, estadísticas y de laboratorio.

- ✚ Para el caso del diseño de las dimensionamiento hidráulico de los tanques sépticos, consistió en la técnica de observación con respecto a las relaciones de largo y ancho.
- ✚ El análisis de laboratorio de la caracterización fisicoquímica del agua cruda y posterior a su tratamiento corresponde a técnicas de análisis cuantitativo de cada parámetro evaluado en el tratamiento.
- ✚ En análisis de datos que se obtuvieron en las pruebas realizadas en el módulo de tratamiento por tanques sépticos se aplicó la técnica de

estadísticas descriptiva e inferencial utilizando el programa estadístico Minitab.

3.4. Población y muestra

3.4.1. Población

(Lepkowski, 2008) Conceptualiza a la población de estudio como el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones. De acuerdo a los conceptos anteriores, para esta investigación se considera como población a las aguas residuales Domesticas generadas de la localidad de Tuyu Ruri - Marcará- Carhuaz.

3.4.2. Muestra

(Luis Lopez, 2004) Es un subconjunto o parte del universo o población en que se llevará a cabo la investigación. La muestra es una parte representativa de la población. De acuerdo a las definiciones anteriores, para esta investigación se tiene como muestra 0.056 l/seg de aguas residuales de la localidad de Tuyu Ruri que entra a las Unidades de los tanques Sépticos.

3.4.3. Muestreo

Se va a considerar en la investigación de tipo No Probabilístico, ya que este tipo de muestra es esencial para diseños descriptivo-explicativo, donde se pretende hacer estimaciones de variables en la población. Estas variables se miden y se analizan con pruebas estadísticas en una muestra, estos nos permitirán medir el tamaño del error en nuestras predicciones.

El proyecto se realizó en la localidad de Tuyu Ruri, en el distrito de Marcará, en la Provincia de Carhuaz, específicamente en el Centro experimental de la Facultad de Ciencias del Ambiental; y donde se efectuó el diseño y construcción de los 04 tanques sépticos con dimensiones diferentes según el diseño. Todo el proceso tuvo una duración de 16 semanas en las cuales se realizaron las diferentes actividades programadas. Cabe precisar que la frecuencia monitoreo o transcurso de la evaluación de los tanques sépticos se realizó cada 7 días.

Para lo cual los puntos de muestreo son:

A la entrada del Repartidor de Caudal y a la Salida de cada Tanque Séptico
(04 tanques sépticos).

3.5. Instrumentos validados de recolección de datos

CUADRO N° 2: Identificar y Adecuar el Instrumento de Recolección de Datos

VARIABLES	INDICADORES	TECNICA	INSTRUMENTO	DESCRIPCION
Independiente: Efecto de las dimensiones hidráulicas optimas de los tanques sépticos.	Caudal de Operación	Prueba Estandarizada	VOLUMETRICO	Método Volumétrico
	Relación largo / Ancho	Observación	CONDICIONES GEOMETRICAS	Método Geométrico
	Tiempo de Retención	Prueba Estandarizada	VOLUMETRICO	Método Volumétrico
Dependiente: Remoción de la DBO5 de las aguas residuales domésticas.	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	Prueba Estandarizada	Método: - SMEWW-APHA-AWWA-WEF Parte 5210 B. 22 ^a Edición. - Protocolo de Monitoreo de la calidad de efluentes de las PTAR - MVCS	Métodos estándar para el examen de agua y aguas residuales, edición 23 rd 2017. Método de Demanda Bioquímica de Oxígeno (BOD). Prueba de DBO de 5 días.
	Potencial de Hidrogeno (PH)	Prueba Estandarizada	Método: - SMEWW-APHA-AWWA-WEF Parte 4500-H+ B, 23a Edición. - Protocolo de Monitoreo de la calidad de efluentes de las PTAR - MVCS	Métodos estándar para el examen de agua y aguas residuales, Edición 23rd 2017. Método del valor de PH – Método electrométrico.
	Temperatura	Prueba Estandarizada	- SMEWW-APHA-AWWA-WEF Parte 2550 B - Monitoreo de la calidad de efluentes de las PTAR - MVCS	Métodos estándar para el examen de agua y aguas residuales. Edición 23rd 2017. Método de Temperatura de laboratorio y de campo.
	Turbiedad	Prueba Estandarizada	- APHA, AWWA, WPCF.	Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales. Ediciones DIAZ DE SANTOS
	Oxígeno Disuelto	Prueba Estandarizada	- APHA, AWWA, WPCF	Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales. Ediciones DIAZ DE SANTOS.

a. Para la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)

TABLA N° 2: Determinación de la DBO Método SMEWW-APHA-AWWA-WEF Parte 5210 B. 22ª Edición.

FUNDAMENTO	OBJETIVO	MATERIALES	PROCEDIMIENTO	CÁLCULOS
La muestra de agua es incubada por cinco días a 20 C en la obscuridad, el progreso de la descomposición o estabilización de la materia orgánica en el agua se refleja en un lento agotamiento del oxígeno disuelto durante el periodo de incubación.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Conocer la cantidad de oxígeno requerido para la oxidación de la materia orgánica biodegradable. ✓ Determinar la carga contaminante del agua residual analizada. ✓ Conocer la eficiencia del sistema de tratamiento aplicado. 	<ul style="list-style-type: none"> - Frascos de incubación de 250-300 mL de capacidad. - Incubadora de aire o baño maría. <p>Reactivos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Agua destilada - Solución amortiguadora de fosfato. - Solución de sulfato de magnesio. - Solución de cloruro de calcio. - Solución de cloruro férrico. - Solución de sulfito de sodio 0,025 N. - Inóculo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Preparación del agua de dilución. - Inoculación, adición de una población adecuada de microorganismos, para que oxiden la materia orgánica biodegradable. - Pretratamiento, tratamientos específicos según la muestra a analizar. - Dilución, de acuerdo a la muestra. - Determinación del OD, - Incubación, por cinco días a 20 C. - Corrección por el inóculo. - Control del agua por dilución. 	<p>Se determina de la siguiente forma:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cuando no se requiere inoculación: $\text{Mg/l de DBO} = \frac{D1-D2}{P}$ <ul style="list-style-type: none"> - Cuando se emplea agua de dilución inoculada: $\text{Mg/l de DB} = \frac{(D1-D2)-(B1-B2)f}{P}$ <p>Donde:</p> <p>D1= OD de la muestra diluida, después de 15 min de su preparación.</p> <p>D2= OD de la muestra diluida, después de la incubación.</p> <p>P= Fracción decimal, de la muestra usada.</p> <p>B1= OD de la disolución de control del inóculo, antes de la incubación.</p> <p>B2= OD de la disolución de control del inóculo, después de la incubación.</p> <p>F= Relación del inóculo en la muestra al inóculo en el control.</p>

Fuente: Métodos normalizados para el análisis de aguas residuales y potables., método APHA 5210 B., Pp.282 – 288

b. Para el Potencial de Hidrogeno (PH)

TABLA Nº 3: Determinación PH Método SMEWW-APHA-AWWA-WEF Parte 4500-H+ B, 23a Edición.

FUNDAMENTO	MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS	PROCEDIMIENTO	
		Muestras en laboratorio:	Muestras en campo:
<p>La medición del pH es uno de las actividades más importantes y de mayor frecuencia en las pruebas químicas del agua. El rango de pH para aguas naturales oscila entre 4 y 9 y la mayoría son ligeramente básicas debido a la presencia de bicarbonatos y carbonatos de metales alcalinos y alcalinotérreos. El pH del agua pura a 25°C es de 7, neutro.</p>	<p>Materiales y equipos</p> <ul style="list-style-type: none"> - pH-metro - Electrodo - Beakers de 50 ml - Unidad de agitación magnética - Barras magnéticas de agitación, recubiertas con teflón - Soporte metálico - Agua destilada <p>Reactivos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Soluciones Buffer, pH: 4.01, 7.00 y 10.01, de cualquier marca certificada disponible en el mercado. 	<ul style="list-style-type: none"> - Calibrar el equipo - Enjuagar completamente el electrodo con agua destilada y luego con muestra - Traspasar una buena cantidad de muestra (aprox. 50 ml) a un erlenmeyer previamente purgado - Colocar una barra magnética y mantener agitación suave para lograr una medición más precisa - Introducir el electrodo en la muestra - Esperar a que establezca la lectura en el display del equipo, aproximadamente 30 segundos, para registrar el pH de la muestra - Sacar el electrodo y enjuagarlo con agua destilada y colocar su respectivo protector del bulbo. 	<p>Las muestras en campo pueden medirse directamente en la columna de agua procurando mantener siempre la sonda a la misma profundidad (25 cm por debajo de la superficie). Las muestras extraídas del fondo de la columna, se transfieren de la botella de muestreo a un recipiente (beaker), se introduce la sonda, se mantiene una agitación constante con movimientos circulares y se registra el valor del pH; esta operación debe hacerse lo más rápido posible.</p>

c. Para la Temperatura

TABLA Nº 4: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Parte 2550 B

FUENTE	CARACTERISTICAS	METODO DE ANALISIS	ANALISIS O SUSTENTO DE PROPUESTA NACIONAL
<p>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 la aptitud del agua para ciertos usos útiles.</p> <p>La temperatura es un indicador de la calidad del agua, que influye en el comportamiento de otros indicadores de la calidad del recurso hídrico, como el pH, el déficit de oxígeno, la conductividad eléctrica y otras variables fisicoquímicas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • El oxígeno es menos soluble en agua caliente que en agua fría. • El aumento en las velocidades de las reacciones químicas que produce un aumento de la temperatura, combinado con la reducción de oxígeno presente en las aguas superficiales. • Es causa frecuente del oxígeno presente en las aguas superficiales, reduciéndose más en los meses de verano • Un cambio brusco de temperatura puede conducir a un aumento en la mortalidad de la vida acuática. • Las temperaturas elevadas pueden dar lugar conducir a un aumento en la mortalidad de la vida acuática. • La temperatura óptima para el desarrollo de las actividades se detienen cuando se alcanza los 50°C a temperaturas de alrededor de 15°C, las bacterias productoras de metano cesan su actividad. 	<p>Este parámetro es medido in situ: el método termometría</p>	<p>A1: La temperatura aceptable para el consumo humanos para una concentración máxima aceptable de 15°C, en temperaturas altas disminuye la concentración de OD, y otras legislaciones consideran la temperatura del agua de la zona con una variación de 3°C</p> <p>B1: la temperatura recomendable en periodos extendidos de inmersión entre 15-35°C</p> <p>B2: la temperatura no es un factor de riesgo a la salud, porque no está en contacto directo</p>

d. Turbiedad

TABLA Nº 5: APHA, AWWA, WPCF. Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales. Ediciones DIAZ DE SANTOS

FUENTE	CARACTERISTICAS	METODO DE ANALISIS	ANALISIS O SUSTENTO DE PROPUESTA NACIONAL
<ul style="list-style-type: none"> - La turbidez del agua es producida por materias en suspensión, como arcillas, cieno o materias orgánicas e inorgánicas finamente divididas, compuestos orgánicos solubles coloreados, plancton, sedimentos procedentes de la erosión y microorganismos, el tamaño de estas partículas varía desde 0,1 a 1.000 nm (nanómetros) de diámetro. - La materia suspendida en el agua absorbe la luz, haciendo que el agua tenga un aspecto nublado. Esto se llama turbidez. La turbidez se puede medir con varias diversas técnicas, esto demuestra la resistencia a la transmisión de la luz en el agua. 	<ul style="list-style-type: none"> • La turbiedad, como medida de las propiedades de transmisión de la luz de un agua, es otro parámetro que se emplea para indicar la calidad de las aguas vertidas o de las aguas naturales en relación con la materia coloidal y residual en suspensión. • Elevados niveles de turbiedad pueden proteger a los microorganismos de los efectos de la desinfección y estimular la proliferación de bacteria. 	<p>Método Nefelométrico son expresados en UNT (Unidades nefelométricas de Turbidez)</p>	<p>A1: en todo los casos donde se desinfecte el agua, la turbiedad debe ser baja, en concentraciones de 5 UNT, establecida por OMS los considera aceptables para los consumidores. Otras legislaciones consideran 10 UNT hasta 40 UNT</p> <p>A2: se recomienda concentraciones de 1000 UNT por las condiciones naturales de los recursos hídricos y porque el sistema de tratamiento convencional permite obtener concentraciones menores</p> <p>A3: se recomienda concentraciones de 5000 UNT. El sistema de tratamiento avanzado permite la remoción de la turbidez hasta obtener concentraciones menores.</p>

e. Oxígeno disuelto

TABLA N° 6: APHA, AWWA, WPCF. Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales. Ediciones DIAZ DE SANTOS.

CARACTERISTICAS	METODO DE ANALISIS	ANALISIS O SUSTENTO DE PROPUESTA NACIONAL
<p>Se describen dos métodos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El de Winkler o yodométrico, es un procedimiento titulométrico basado en la propiedad oxidante del Oxígeno Disuelto. 2. El electrométrico que utiliza electrodos de membrana se basa en la tasa de difusión del oxígeno molecular a través de una membrana. 	<p>El OD depende de la presión parcial del oxígeno en la atmósfera y de la temperatura, el OD debe expresarse en porcentaje de saturación, esto se debe a que el OD varía en función de la temperatura y de la altitud. A una misma temperatura de 20°C a 0 msnm el OD es de 9 mg/L para 500 msnm es de 8 mg/L y para 1000 msnm, es de 7.4 mg/L.</p> <p>Los valores de porcentaje de saturación de OD de 80-120% se consideran excelentes y valores menores a 60% se consideran malos</p>	<p>A1: Las concentraciones establecidas por otros países recomiendan valores mayores a 75% de saturación de OD</p> <p>A2: las concentraciones aceptables para el OD son de 50%.</p> <p>A3: se recomienda concentraciones de 30%</p> <p>B1: se recomienda concentraciones no menor al 80% entre un rango de 80-120%</p>

3.6. Plan de procesamiento y análisis estadístico de la información

3.6.1. Identificar la Muestra y Tomar contacto con la Muestra

a. ASPECTOS DEL LUGAR DE INVESTIGACION

- UBICACION

CUADRO Nº 3: Ubicación Geográfica

UBICACIÓN GEOGRÁFICA	
Departamento:	Ancash
Provincia:	Carhuaz
Distrito	Marcará
Localidad:	Centro Experimental Tuyu Ruri

- ACCESO

La vía de acceso partiendo de Huaraz comprende el siguiente itinerario: Huaraz – Marcará – Centro Experimental Tuyu Ruri, esta vía es asfaltada y comprende una distancia de 27.28 Km con un tiempo aproximado de 50 min, se emplea como medio de transporte un bus o autos para el tramo de Huaraz – Marcará.

CUADRO Nº 4: Acceso al área de Investigación

TRAMO	TIPO DE VÍA	DISTANCIA (KM)	TIEMPO DE RECORRIDO
<i>Huaraz – Marcará – Centro Experimental Tuyu Ruri.</i>	<i>Carretera asfaltado</i>	<i>27.28</i>	<i>50 min</i>
<i>Total</i>	<i>-</i>	<i>27.28</i>	<i>50 min</i>

- TOPOGRAFIA

El lugar mantiene una topografía con pendientes leves, moderadas y acentuadas.

- TEMPERATURA

Las características del clima presente en la localidad varía en razón de la altitud o pisos por donde se ubican al área de Influencia, que están definidas mediante la descripción de los principales elementos climáticos, como precipitación, temperatura, humedad relativa,

vientos, nubosidad y otros, se apoyan en los datos de estaciones climatológicas. Debido a su ubicación (puna baja) y por estar próxima al trópico, presenta un marcado contraste de temperaturas las 24 horas del día. Por ejemplo, en un día despejado (Julio) la temperatura oscila entre 10° y 30° Centígrados, mientras que en la noche la temperatura oscila entre -3° a 10° centígrados.

- **VIVIENDA**

Condición de ocupación: Los habitantes de la Localidad de Tuyu Ruri usan su casa como vivienda.

Material predominante en las paredes de las viviendas: se aprecia que el 80% de las viviendas particulares del distrito son de adobe o tapial, el 20% son de material noble.

- **ACTIVIDADES ECONÓMICAS**

El desarrollo de la actividad económica, de los habitantes de la Localidad de Tuyu Ruri, se enmarca predominantemente en la agricultura.

En cuanto a producción agrícola tiene cultivos permanentes y transitorios, siendo la agricultura una de las actividades principales de esta zona entre sus principales productos tenemos: el maíz, papa, etc. La producción es principalmente para la subsistencia de los pobladores y el excedente es destinado al comercio a pequeña escala en los mercados de Marcará.

b. CARACTERIZACION DEL AGUA RESIDUAL

Se identificó el punto de muestreo (Buzón), para nuestra investigación son las aguas residuales provenientes de la Localidad de Tuyu Ruri – Marcará.

c. AFORO DEL AGUA RESIDUAL

Se realizó el aforo del agua residual en el Buzón.

d. TRABAJO EN GABINETE

Se desarrolló el procedimiento de diseño de los 04 Tanques Sépticos, considerando una altura constante de 0.75 metros y solo se varió el Ancho y Largo en los 04 tanques.

Se obtuvo las siguientes dimensiones finales:

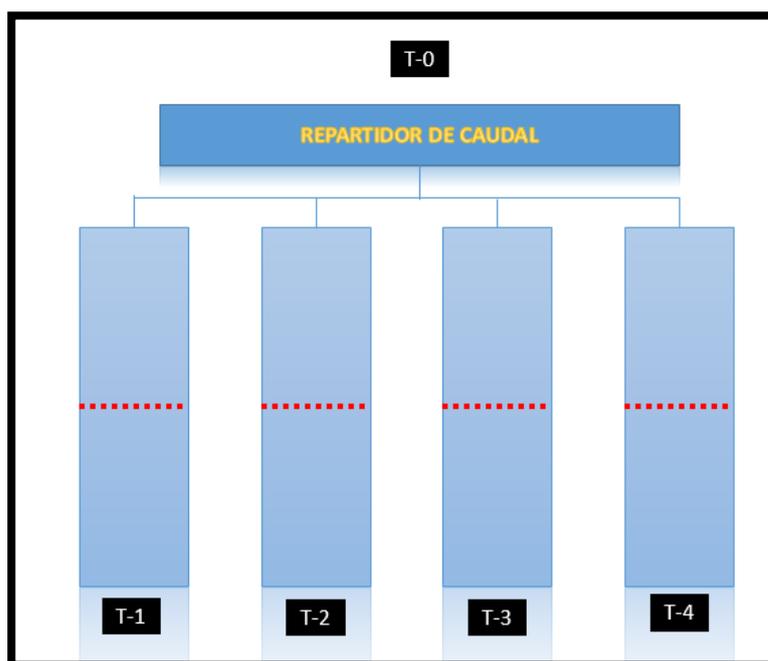
CUADRO N° 5: Dimensiones de los tanques sépticos

Dimensiones	T-01	T-02	T-03	T-04
Altura Total (m)	0.75	0.75	0.75	0.75
Largo (m)	1.27	1.38	1.50	1.65
Ancho (m)	0.65	0.60	0.55	0.50

También se realizó el diseño de 01 repartidor de caudal con la finalidad de obtener un caudal de ingreso constante en los 04 tanques sépticos.

Se obtuvo el siguiente Tren de Tratamiento:

FIGURA N° 3: Tren del Tratamiento



e. IMPLEMENTACION DEL TANQUE SEPTICO

CUADRO N° 6: Implementación

ITEM	DESCRIPCION	FOTOGRAFIA
01	EFFECTO DE LAS DIMENSIONES HIDRÁULICAS OPTIMAS DE LOS TANQUES SÉPTICOS PARA LA REMOCIÓN DE LA DBO5 DE LAS AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS,	
01.01	TRABAJOS PRELIMINARES	
01.01.01	<p>IDENTIFICACIÓN DEL BUZÓN</p> <p>Se refiere a la identificación, para poder aforar y caracterizar las aguas residuales.</p>	
01.01.02	<p>IDENTIFICACIÓN DEL TERRENO Y LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO</p> <p>Esta actividad se realizó con la finalidad de obtener los niveles de la Línea de agua.</p>	

01.01.03	TRABAJOS DE EXCAVACION Y MOVIMIENTO DE TIERRAS	
01.01.04	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE	
01.01.05	REVOQUES ENLUCIDOS Y MOLDURAS	
	Trabajo de Tarrajeo con Impermeabilizantes en interiores, tanto en el repartidor de Caudal	

como en los 04 tanques sépticos.

Trabajos de Tarrajeo en Exteriores en el repartidor de caudal y en los 04 tanques sépticos.



01.01.06

**SUMINISTRO E
INSTALACION DE
TUBERIAS**

Se refiere a las instalaciones de las tuberías desde el repartidor de caudal hasta el final del punto de toma de muestra.

Se instaló tuberías PVC diámetro 1" con sus accesorios.



		
<p>01.01.07</p>	<p>SUMINISTRO E INSTALACION DE ACCESORIOS</p> <p>Se refiere a la instalación de las Válvulas con sus accesorios.</p> <p>Se instaló válvulas para toma de muestra de los parámetros determinados como Demanda Bioquímica de Oxígeno, PH, Temperatura, etc.</p> <p>La Instancian de Caños a la Salida de los 04 tanques, con la finalidad de realizar el monitoreo y toma de muestra de los parámetros de campo y Laboratorio.</p>	

3.6.2. Identificar y Adecuar el Instrumento de Recolección de Datos

CUADRO N° 7: Identificar y Adecuar el Instrumento de Recolección de Datos

VARIABLES	INDICADORES	TECNICA	INSTRUMENTO	DESCRIPCION
Independiente: Efecto de las dimensiones hidráulicas optimas de los tanques sépticos.	Caudal de Operación	Prueba Estandarizada	VOLUMETRICO	Método Volumétrico
	Relación largo / Ancho	Observación	CONDICIONES GEOMETRICAS	Método Geométrico
	Tiempo de Retención	Prueba Estandarizada	VOLUMETRICO	Método Volumétrico
Dependiente: Remoción de la DBO5 de las aguas residuales domésticas.	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	Prueba Estandarizada	Método: - SMEWW-APHA-AWWA-WEF Parte 5210 B. 22ª Edición. - Protocolo de Monitoreo de la calidad de efluentes de las PTAR - MVCS	Métodos estándar para el examen de agua y aguas residuales, edición 23 rd 2017. Método de Demanda Bioquímica de Oxígeno (BOD). Prueba de DBO de 5 días.
	Potencial de Hidrogeno (PH)	Prueba Estandarizada	Método: - SMEWW-APHA-AWWA-WEF Parte 4500-H+ B, 23a Edición. - Protocolo de Monitoreo de la calidad de efluentes de las PTAR - MVCS	Métodos estándar para el examen de agua y aguas residuales, Edición 23rd 2017. Método del valor de PH – Método electrométrico.
	Temperatura	Prueba Estandarizada	- SMEWW-APHA-AWWA-WEF Parte 2550 B - Monitoreo de la calidad de efluentes de las PTAR - MVCS	Métodos estándar para el examen de agua y aguas residuales. Edición 23rd 2017. Método de Temperatura de laboratorio y de campo.
	Turbiedad	Prueba Estandarizada	- APHA, AWWA, WPCF.	Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales. Ediciones DIAZ DE SANTOS
	Oxígeno Disuelto	Prueba Estandarizada	- APHA, AWWA, WPCF	Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y

				Residuales. Ediciones DIAZ DE SANTOS.
--	--	--	--	--

3.6.3. Aplicar los Instrumentos sobre la Muestra

✚ PARA LA DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO (BDO5) Y PARAMETROS DE CAMPO

a. MATERIALES

CUADRO Nº 8: Materiales

DESCRIPCION	UNIDAD	
FRASCOS DE PLASTICO		
Se utilizaron frascos de Plástico esterilizado, con tapa hermética.	05	
EQUIPO PORTATIL		
Se utilizó para realizar mediciones de temperatura, pH y conductividad eléctrica.	01	

		
FRASCO LAVADOR (PISETA)		
	<p style="text-align: center;">02</p>	

b. PROCEDIMIENTO PARA LA DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO DBO5

Figura 1. Organizar los Frascos y rotularlos: Se rotularon 05 Frascos



- Se toma la muestra de la siguiente manera

CUADRO Nº 9: Toma de muestra

T-0	ENTRADA DEL AGUA EN EL REPARTIDOR DE CAUDAL	
T-01	SALIDA DEL TANQUE	

		
T-02	SALIDA DEL TANQUE	
T-03	SALIDA DEL TANQUE	

		
T-04	SALIDA DEL TANQUE	

c. PARAMETROS DE CAMPO
CUADRO N° 10: Parámetros de Campo

**TEMPERATURA Y
CONDUCTIVIDAD Y
PH**



3.6.4. Organizar y Tabular los Datos que has Recogido en el Instrumento

CUADRO N° 11: Cronograma de Muestreo

CRONOGRAMA DE MUESTREO DE AGUAS RESIDUALES (TEMPERATURA, PH)								
MUESTREO	SEM01	SEM02	SEM03	SEM04	SEM05	SEM06	SEM07	SEM08
DIAS	29/09/2019	06/10/2019	13/10/2019	20/10/2019	27/10/2019	03/11/2019	10/11/2019	17/11/2019
	30/09/2019	07/10/2019	14/10/2019	21/10/2019	28/10/2019	04/11/2019	11/11/2019	18/11/2019
	01/10/2019	08/10/2019	15/10/2019	22/10/2019	29/10/2019	05/11/2019	12/11/2019	19/11/2019
	02/10/2019	09/10/2019	16/10/2019	23/10/2019	30/10/2019	06/11/2019	13/11/2019	20/11/2019
	03/10/2019	10/10/2019	17/10/2019	24/10/2019	31/10/2019	07/11/2019	14/11/2019	21/11/2019
	04/10/2019	11/10/2019	18/10/2019	25/10/2019	01/11/2019	08/11/2019	15/11/2019	22/11/2019
MUESTREO	SEM09	SEM10	SEM11	SEM12	SEM13	SEM14	SEM15	SEM16
DIAS	24/11/2019	01/12/2019	08/12/2019	15/12/2019	22/12/2019	29/12/2019	05/01/2020	12/01/2020
	25/11/2019	02/12/2019	09/12/2019	16/12/2019	23/12/2019	30/12/2019	06/01/2020	13/01/2020
	26/11/2019	03/12/2019	10/12/2019	17/12/2019	24/12/2019	31/12/2019	07/01/2020	14/01/2020
	27/11/2019	04/12/2019	11/12/2019	18/12/2019	25/12/2019	01/01/2020	08/01/2020	15/01/2020
	28/11/2019	05/12/2019	12/12/2019	19/12/2019	26/12/2019	02/01/2020	09/01/2020	16/01/2020
	29/11/2019	06/12/2019	13/12/2019	20/12/2019	27/12/2019	03/01/2020	10/01/2020	17/01/2020

CUADRO N° 12: Cronograma de Muestreo

CRONOGRAMA DE MUESTREO PARA LA DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO					
MUESTREO	SEMANA N°01	28/09/2019	MUESTREO	SEMANA N°09	24/11/2019
	SEMANA N°02	05/10/2019		SEMANA N°10	01/12/2019
	SEMANA N°03	12/10/2019		SEMANA N°11	08/12/2019
	SEMANA N°04	19/10/2019		SEMANA N°12	15/12/2019
	SEMANA N°05	26/10/2019		SEMANA N°13	22/12/2019
	SEMANA N°06	02/11/2019		SEMANA N°14	29/12/2019
	SEMANA N°07	09/11/2019		SEMANA N°15	05/01/2020
	SEMANA N°08	16/11/2019		SEMANA N°16	12/01/2020

IV. Resultados

4.1. Resultados de si las dimensiones hidráulicas Afectarán a los tanques sépticos en la Remoción de la DBO5 en las Aguas Residuales Domesticas, sin considerar las condiciones ambientales y operacionales.

4.1.1. Resultados de las Dimensiones hidráulicas de los tanques sépticos.

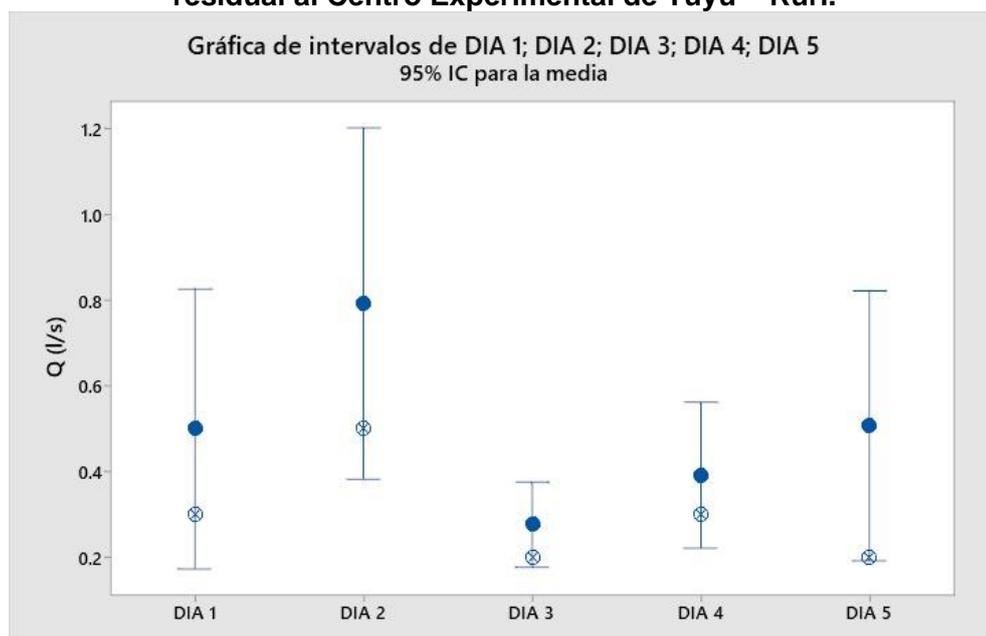
TABLA N° 7: Caracterización de las Aguas Residuales

Parámetro	Unidad de Medida	Método	Cantidad	Lugar de Análisis
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/l DBO	APHA 5210 B	75	Laboratorio de Calidad Ambiental-UNASAM
Solidos Suspendidos Totales	mg/l	APHA 2540 D	80	Laboratorio de la UNASAM
N Amoniacal	mg/l NH4-N	Azul indelof	11.8	Laboratorio de Calidad Ambiental-UNASAM
Nitrógeno Orgánico	mg/l N	Digestion Korolef, nitro espectral	7.7	Laboratorio de Calidad Ambiental-UNASAM
Nitrógeno Total	mg/l N	Digestion Korolef, nitro espectral	19.5	Laboratorio de Calidad Ambiental-UNASAM

Fuente: Alumnos del Curso de Residuos Líquidos I de la Escuela Profesional de ingeniería Sanitaria de la UNASAM.

En la Tabla N° 7, se observa los valores de la caracterización del agua residual, el cual se realizó del Buzón donde está instalado la derivación de ingreso para nuestra investigación. Este monitoreo se llevó a cabo el día 28 de Setiembre del 2019 por los Alumnos del Curso de Residuos Líquidos I de la Escuela Profesional de ingeniería Sanitaria de la UNASAM.

GRAFICA Nº 1: Variación de los caudales en el Buzón de derivación del agua residual al Centro Experimental de Tuyu – Ruri.

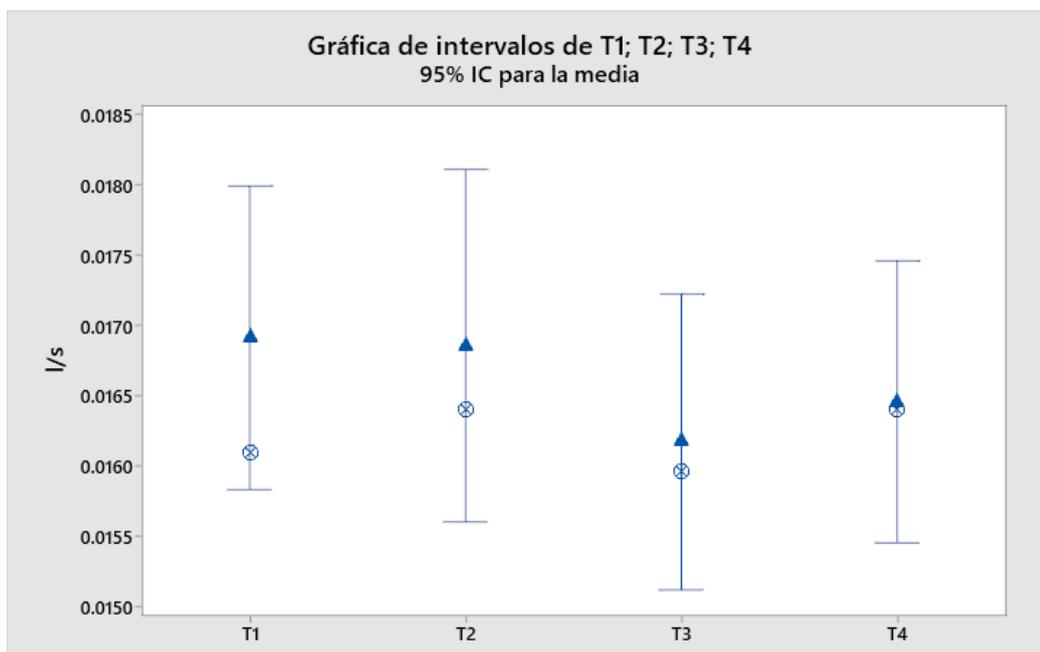


Fuente: Alumnos del Curso de Residuos Líquidos I de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria de la UNASAM.

En la Gráfica Nº 1 se observa la Variación de los caudales en el Buzón de derivación del agua residual al Centro Experimental de Tuyu – Ruri. Observándose un caudal promedio de 0.5, 0.79, 0.27, 0.39 y 0.50 l/seg en los días 1, 2, 3, 4 y 5 respectivamente. Este monitoreo se llevó a cabo por los Alumnos del Curso de Residuos Líquidos I de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria de la UNASAM.

a. Caudal de Operación

GRAFICA N° 2: Intervalos del Caudal de ingreso de los Tanques Sépticos



En la Grafica N° 2 se observa los intervalos del caudal de ingreso a los tanques sépticos, observándose caudales promedios de 0.016911, 0.016854, 0.016173, 0.016457 l/seg y medianas de 0.016100, 0.016400, 0.015960, 0.016400 l/seg para los tanques 1, 2, 3, 4 respectivamente, también valores mínimos de caudales de 0.011500, 0.008200, 0.008190, 0.010200 l/seg y valores máximos de 0.031000, 0.034100, 0.029400, 0.028400 l/seg para los tanques sépticos 1, 2, 3, 4 respectivamente.

b. Relación Largo / Ancho de los Tanques Sépticos

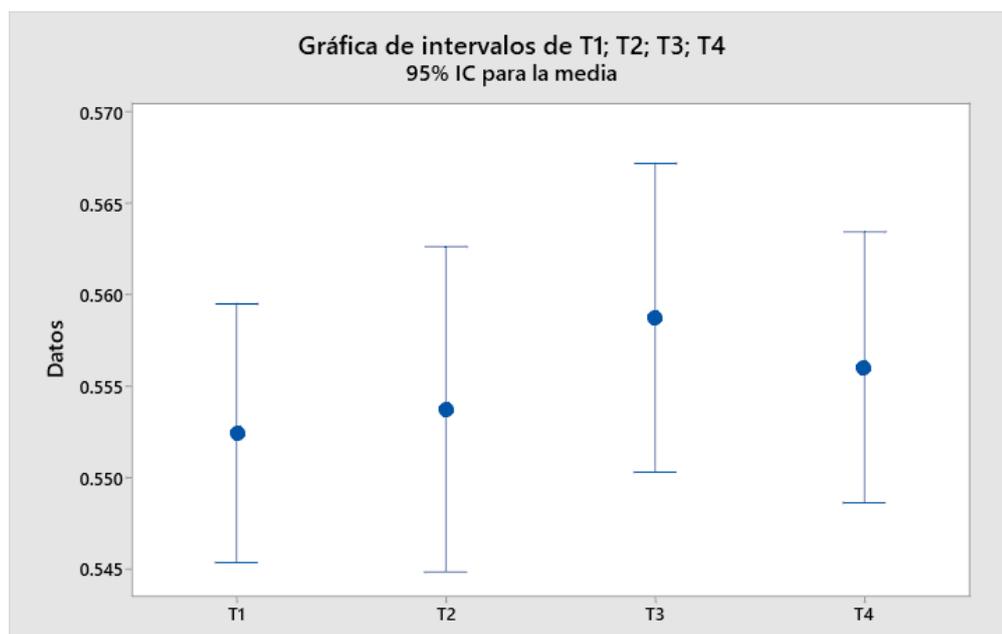
TABLA N° 8: Dimensiones Hidráulicas de los Tanques Sépticos

DIMENCIONES	T - 01	T - 02	T - 03	T - 04
RELACION L/B	2	2.3	2.7	3.3
ALTURA TOTAL (m)	0.75	0.75	0.75	0.75
LARGO (m)	1.27	1.38	1.50	1.65
ANCHO (m)	0.65	0.60	0.55	0.50
N° COMPARTIMIENTO	2	2	2	2

En la Tabla N° 8 se observa las dimensiones de Altura total, Largo, Ancho y Número de compartimiento de los 04 Tanques Sépticos. También se observa la Relación de Largo y Ancho que se consideró para el diseño.

c. Tiempo de Retención

GRAFICA N° 3: Intervalos de Tiempo de Retención en los Tanques Sépticos.

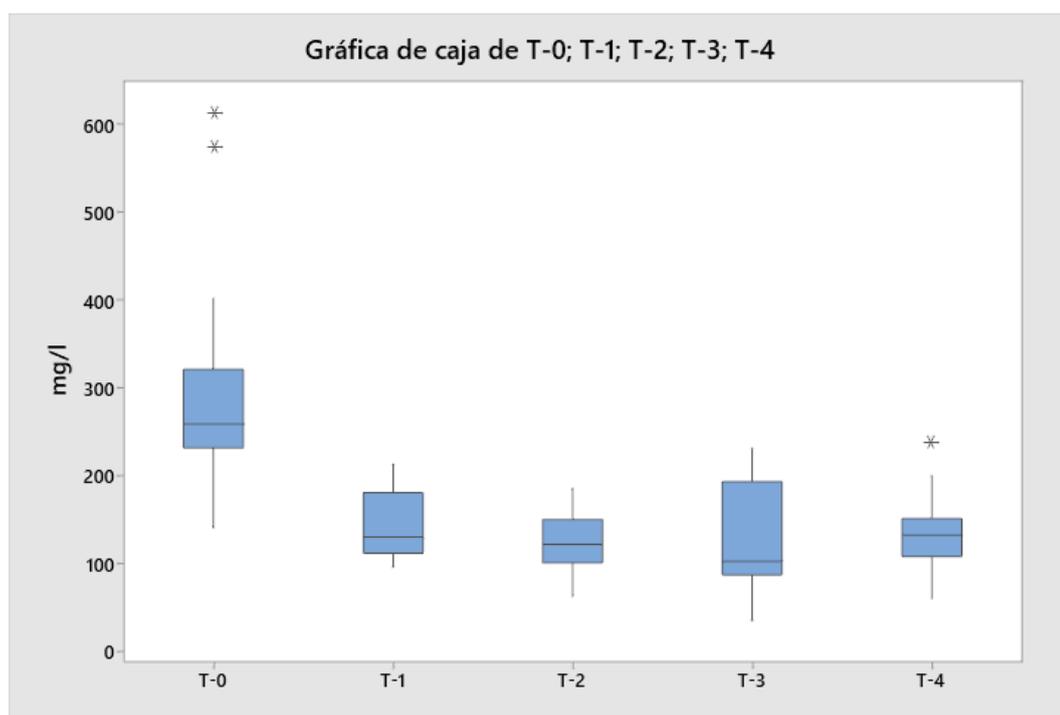


En la Grafica N° 3 se observa los intervalos de Tiempos de Retención en los Tanques Sépticos, observándose Tiempos de retención promedio de 0.55244, 0.55374, 0.55873, 0.55603 y medianas de 0.55700, 0.55459, 0.55814, 0.55459 días para los Tanques 1, 2, 3, 4 respectivamente. Por otro lado se observa los valores de Tiempos de retención mínimos de 0.47164, 0.45922, 0.47854, 0.48305 y máximos de 0.60084, 0.64490, 0.64506, 0.61647 días para los tanques 1, 2, 3, 4 respectivamente.

4.2. Resultados del efecto de las condiciones ambientales (PH, temperatura) y Operacionales (Turbiedad, Oxígeno Disuelto, Caudal, Tiempo de Retención) de las aguas residuales domesticas en la Remoción de la DBO5 en los Tanques Sépticos.

4.2.1. Resultados de la Remoción de la DBO5 en los tanques sépticos.

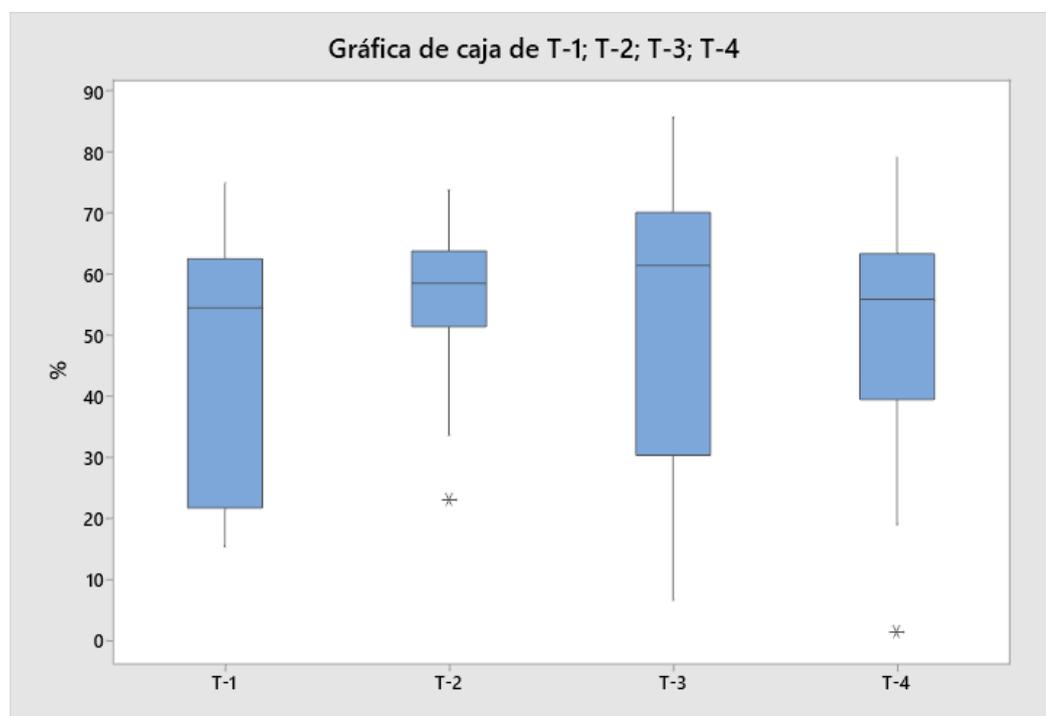
GRAFICA N° 4: La Demanda Bioquímica de Oxigeno (DBO5) en el Afluyente y Efluente de los Tanques Sépticos



En la Grafica N° 4 se observa los intervalos de los datos de DBO5 registradas para el afluyente y efluente de las aguas residuales, observándose un promedio de DBO5 en el afluyente de 301.7 y 143.8, 122.97, 131.8, 132.6 mg/l en los tanques sépticos 1, 2, 3 y 4 respectivamente. Por otro lado se observa la mediana de 259.00 mg/l para el Afluyente y 130.20, 121.82, 102.9 y 132.5 mg/l para los tanques sépticos 1, 2, 3 y 4 respectivamente. También se observa que los extremos de los bigotes nos indican los valores mínimos 141, 96.6, 63.47, 35.3, 60.8 mg/l y valores máximos de 614.1, 212.9, 185.03, 231.3 y 237 mg/l para el Afluyente y efluente de los Tanques sépticos 1, 2, 3 y 4 respectivamente. Además se observa en el T-0, que representa a nuestro repartidor de caudal dos

valores atípicos y en el T-04 un valor atípico, los que corresponden a un valor fuera del modelo estadístico.

GRAFICA N° 5: Remoción de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) en los Tanques Sépticos



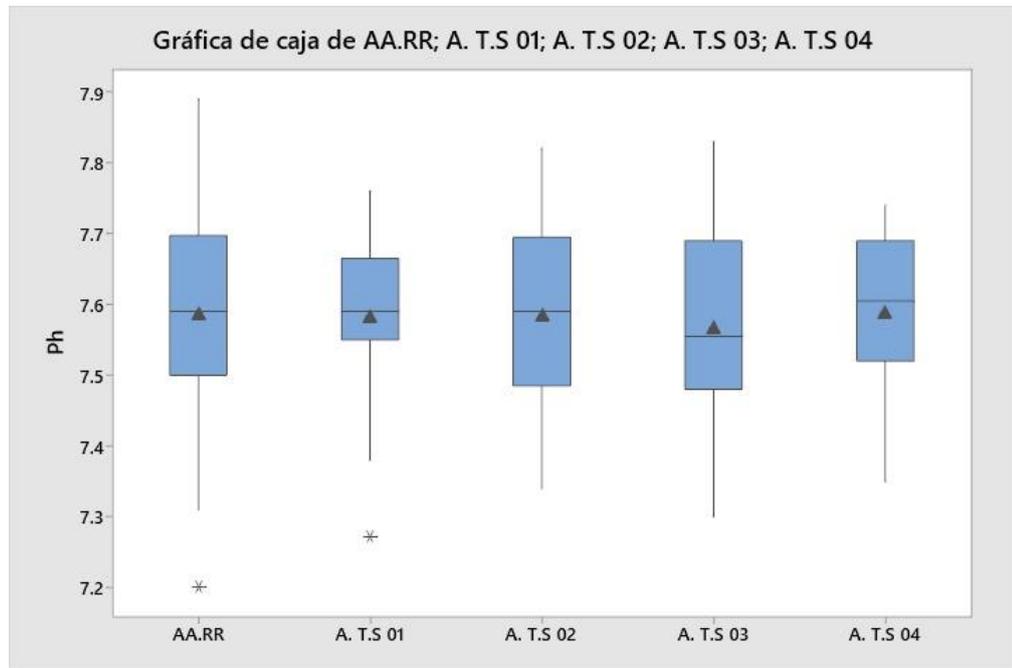
En la Grafica N° 5 se observa la remoción de la DBO5 en los tanques sépticos, observándose remoción de DBO5 promedio de 47.35, 56.42, 52.75, 51.56% y medianas de 54.45, 58.49, 61.40, 55.82% para los tanques 1, 2, 3, 4 respectivamente. Por otro lado los valores mínimos de remoción son 15.41, 22.91, 6.67, 1.26% y valores máximos de 74.83, 73.69, 85.64, 78.98% para los tanques 1, 2, 3, 4 respectivamente. Además se observa un valor atípico en el T-2 y un valor atípico en el T-4, los cuales corresponden a un valor fuera del modelo estadístico.

También se observa que en el T-3 existe mayor remoción de la DBO5 con respecto a los demás tanques.

4.2.2. Condiciones Ambientales

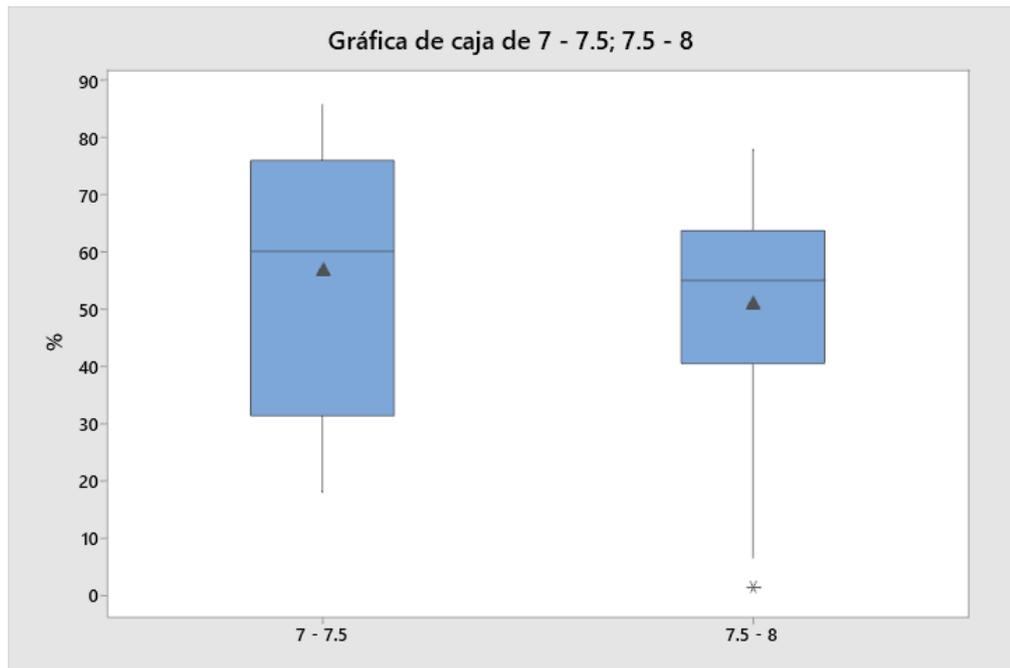
a. Potencial de Hidrogeno (PH)

GRAFICA N° 6: Intervalos de PH en los Tanques Sépticos



En la Grafica N° 6 se observan los intervalos de los datos de PH registradas, observándose un promedio de PH de 7.5844 para el afluente y de 7.5806, 7.3851, 7.5637, 7.5856 en los tanques sépticos 1, 2, 3, 4; una mediana de 7.5900 para el afluente y 7.5900, 7.5900, 7.5550, 7.6050 en los tanques 1, 2, 3, 4. Por otro lado los extremos de los bigotes nos indican los valores mínimos de 7.2000, 7.2700, 7.3400, 7.3000, 7.3500 y valores máximos de 7.8900, 7.7600, 7.8200, 7.8300, 7.7400 para el afluente y efluente de los Tanques sépticos 1, 2, 3, 4 respectivamente, además se observa en el afluente y en el Tanque 01 un valor atípico, los cuales corresponden a un valor fuera del modelo estadístico.

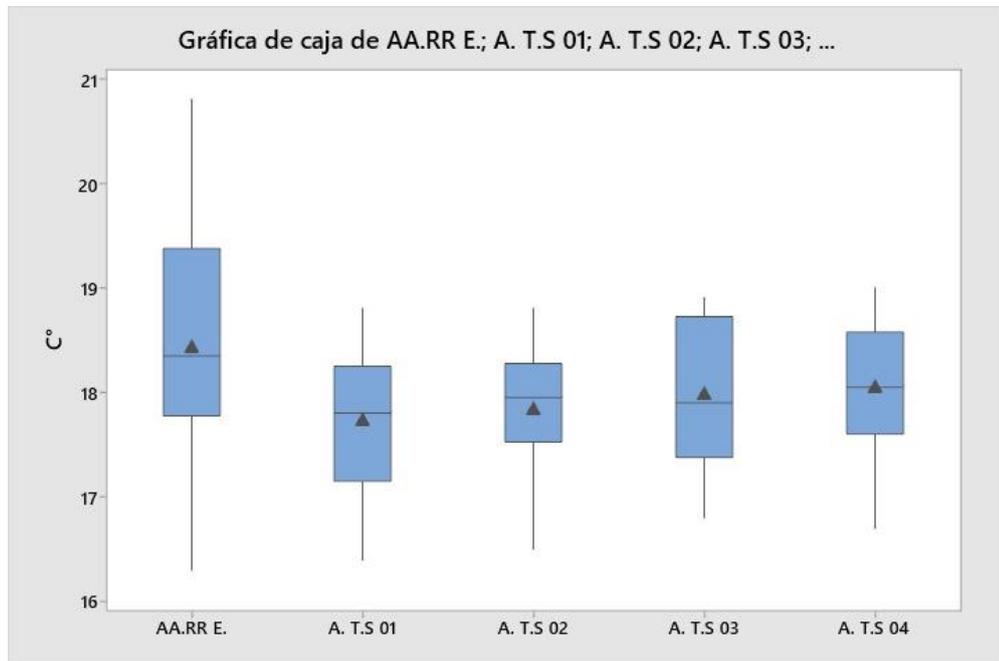
GRAFICA N° 7: Remoción de la DBO5 Vs Potencial de Hidrogeno (PH)



En la Grafica N° 7 se observa los valores de la relación entre la remoción de DBO5 con el PH, Observándose que en los Intervalos de 7 a 7.5 de PH se tiene un promedio de 56.49 % de remoción de DBO5, una mediana de 60.12 % de remoción de DBO5, un valor mínimo de remoción de DBO5 de 18.04% y un valor máximo de 85.64% y en los Intervalos de 7.5 a 8 de PH se observa un promedio de 50.65% de remoción de DBO5, una mediana de 54.99%, y un valor mínimo de remoción de DBO5 de 1.26% y valor máximo de 77.86. También se observa un valor atípico de remoción de DBO5 en los intervalos de PH de 7.5 a 8, el cual corresponde a un valor fuera del modelo estadístico.

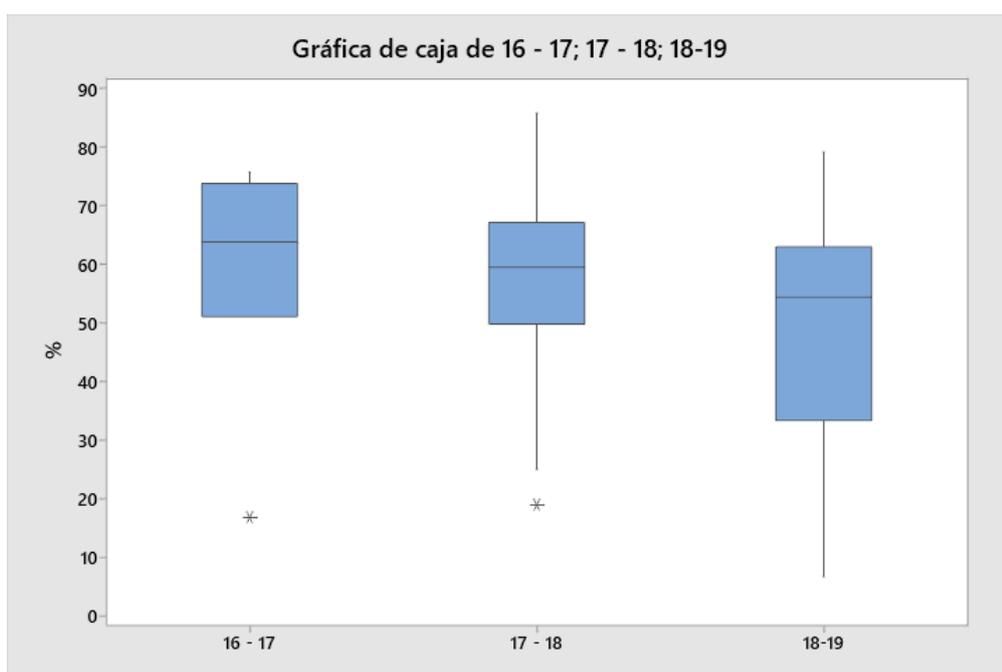
b. Temperatura

GRAFICA N° 8: Intervalos de Temperatura en los Tanques Sépticos



En el Gráfico N° 8 se observa los intervalos de los datos de Temperatura registradas para el afluente y efluente de las aguas residuales domésticas, observándose una media aritmética (promedio) de 18.419°C para el afluente y 17.719, 17.831, 17.975, 18.031°C para los tanques 1, 2, 3, 4. También se observa una mediana de 18.350°C para el afluente y 17.800, 17.950, 17.900, 18.050°C para los Tanques 1, 2, 3, 4 y los extremos de los bigotes nos indican los valores mínimos de 16.300, 16.400, 16.500, 16.800, 16.700°C y valores máximos de 20.800, 18.800, 18.800, 18.900, 19.000°C para el afluente y efluente de los tanques sépticos 1, 2, 3, 4.

GRAFICA N° 9: Remoción de la DBO5 Vs Temperatura

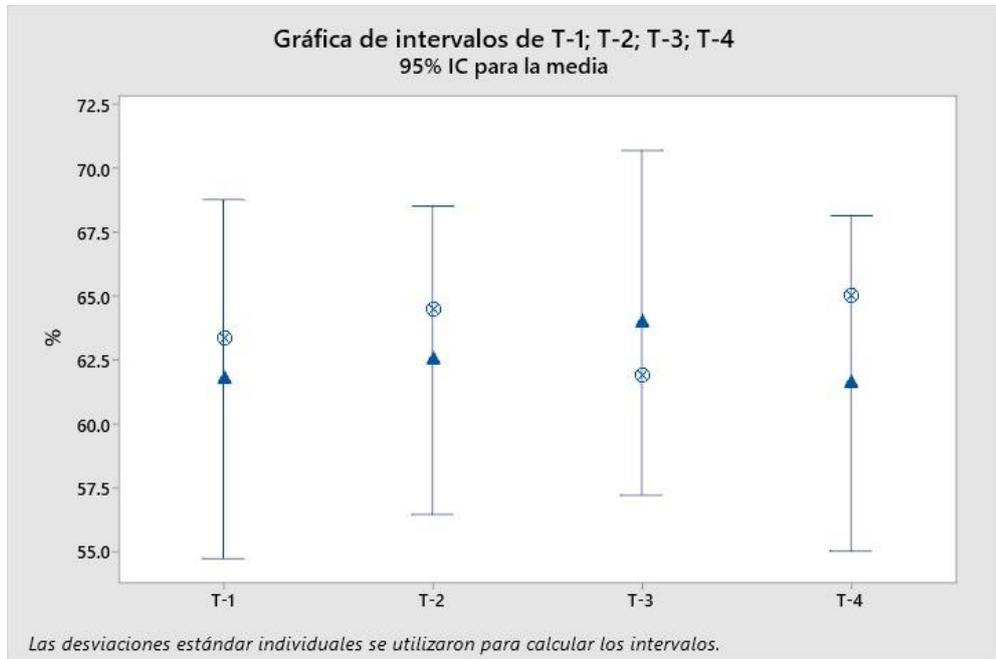


En la Grafica N° 9 se observa los valores de la relación entre la remoción de DBO5 con la Temperatura, Observándose que en los Intervalos de 16 a 17°C de T° se tiene un promedio de 58.37 %, una mediana de 63.70 % de remoción de DBO5, un valor mínimo de remoción de DBO5 de 16.77% y un valor máximo de 75.60%, en los Intervalos de 17 a 18 °C de T° se observa un promedio de 56.83% de remoción de DBO5, una mediana de 59.41%, y un valor mínimo de remoción de DBO5 de 18.96% y valor máximo de 85.64% y en los Intervalos de 18 a 19 °C de T° se observa un promedio de 48.06 % de remoción de la DBO5, una mediana de 54.32%, un valor mínimo de remoción de DBO5 de 6.67% y un valor máximo de 78.98%. También se observa un valor atípico de remoción de DBO5 en los intervalos de T° de 16 a 17 °C y en la T° de 17 a 18 °C, los cuales corresponden a un valor fuera del modelo estadístico.

4.2.3. Condiciones Operacionales

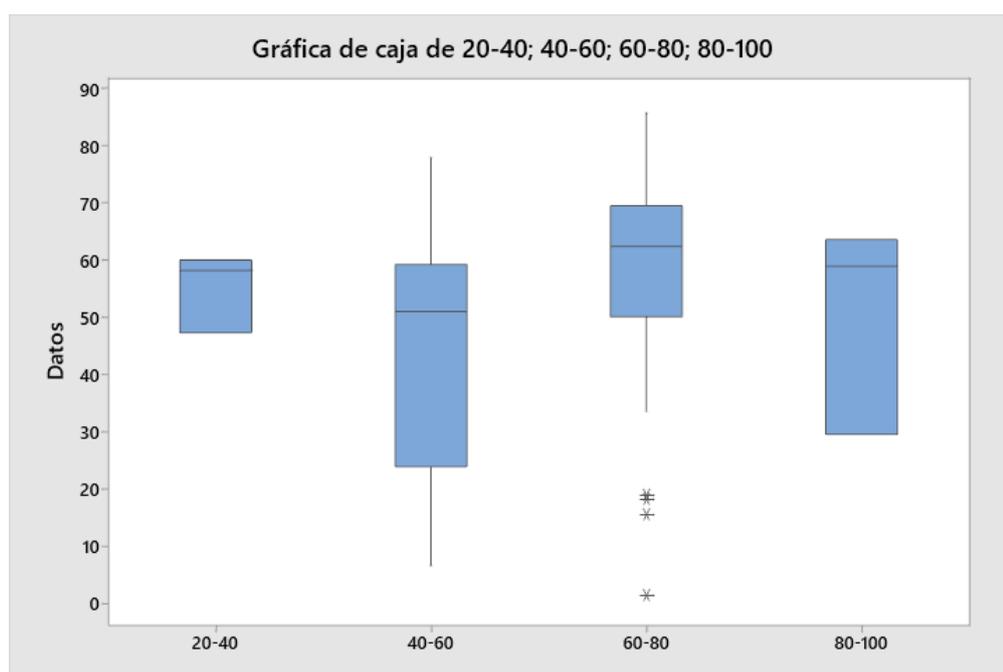
c. Turbiedad

GRAFICA N° 10: Intervalos de la Turbiedad en los Tanques Sépticos



En el Gráfico N° 10 se observa los intervalos de remoción de la turbiedad en los tanques sépticos, observándose una media aritmética (promedio) de 61.76, 62.50, 63.95, 61.59% y una mediana de 63.37, 64.48, 61.89, 65.04% para los tanques 1, 2, 3, 4 . También se observa los valores mínimos de 29.19, 41.18, 42.28, 33.52% y valores máximos de 84.35, 90.65, 88.08, 75.14% para los Tanques 1, 2, 3, 4.

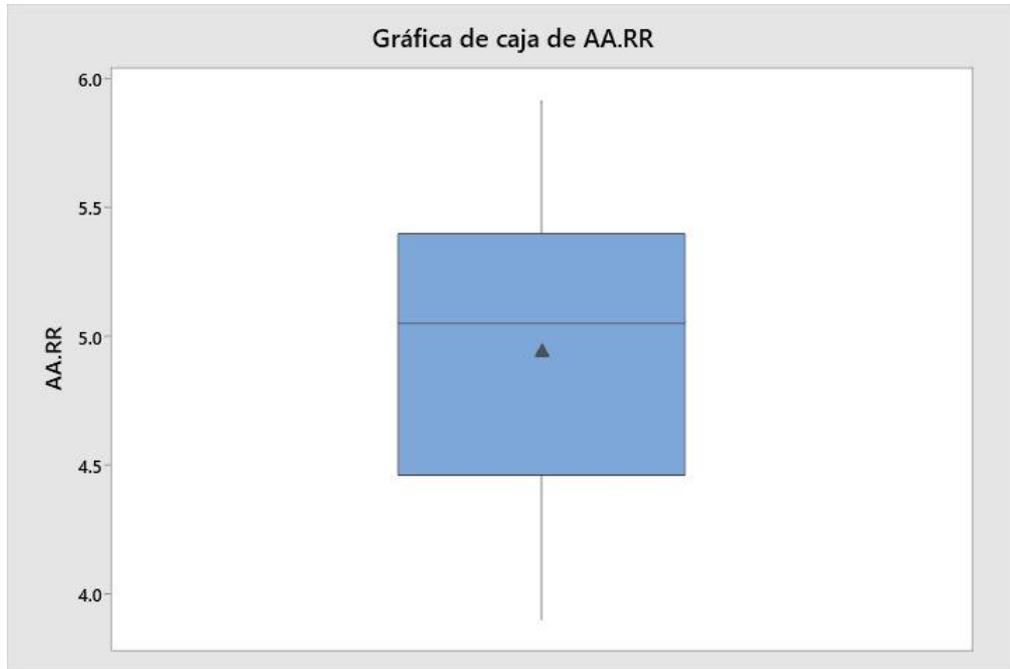
GRAFICA N° 11: Remoción de la DBO5 Vs Turbiedad



En la Grafica N° 11 se observa los valores de la relación entre la remoción de DBO5 con la Remoción de la Turbiedad, Observándose que en los Intervalos de remoción de 20 a 40 de Turbiedad se tiene un promedio de 55.14%, una mediana de 58.15 % de remoción de DBO5, un valor mínimo de remoción de DBO5 de 47.27% y un valor máximo de 60%, en los Intervalos de remoción de 40 a 60 de remoción de turbiedad se observa un promedio de 44.56% de remoción de DBO5, una mediana de 50.98%, y un valor mínimo de remoción de DBO5 de 6.67% y valor máximo de 77.86%, en los Intervalos de remoción de 60 a 80 de Turbiedad se observa un promedio de 56.11 % de remoción de la DBO5, una mediana de 62.32%, un valor mínimo de remoción de DBO5 de 1.26% y un valor máximo de 85.64% y en los Intervalos de remoción de 80 a 100 de Turbiedad se observa un valor promedio de 50.70% y mediana de 58.90% de Remoción de DBO5, un valor mínimo de remoción de DBO5 de 29.60% y valor máximo de 63.50%. También se observa tres valores atípicos de remoción de DBO5 en los intervalos de Remoción de Turbiedad de 60 a 80, los cuales corresponden a un valor fuera del modelo estadístico.

d. Oxígeno disuelto

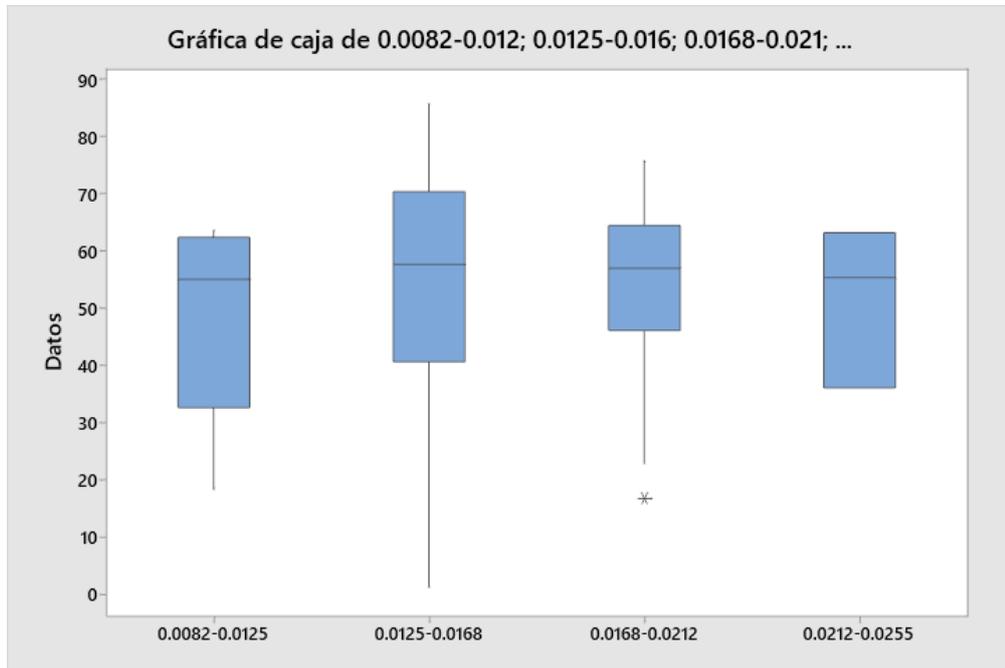
GRAFICA N° 12: Valores de Oxígeno Disuelto en el Afluente de los Tanques Sépticos



En el Gráfico N°12 se observa los intervalos del oxígeno disuelto en el agua residual de ingreso a los Tanques Sépticos, también se observa un promedio de 4.936, una mediana de 5.050 de oxígeno disuelto y los extremos de los bigotes nos indican el valor mínimo de 3.900 y el valor máximo de 5.910 de oxígeno disuelto.

e. Caudal de Operación

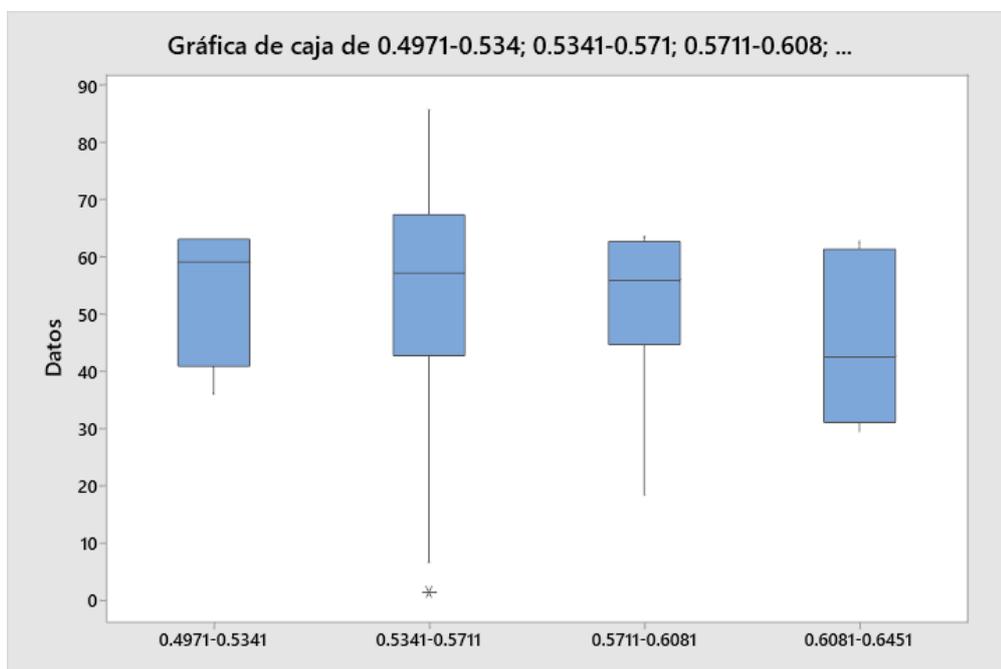
GRAFICA N° 13: Remoción de la DBO5 Vs Caudal de Operación



En la Grafica N° 13 se observa los valores de la relación entre la remoción de DBO5 con el Caudal de Operación, Observándose que en los Intervalos de 0.0082 a 0.0125 de caudal se tiene un promedio de 48.79 %, una mediana de 54.99 % de remoción de DBO5, un valor mínimo de remoción de DBO5 de 18.45% y un valor máximo de 63.54%, en los Intervalos de 0.0125 a 0.0168 de caudal se observa un promedio de 52.63% de remoción de DBO5, una mediana de 57.62%, un valor mínimo de remoción de DBO5 de 1.26% y valor máximo de 85.64%, en los Intervalos de 0.0168 a 0.0212 de caudal se observa un promedio de 53.11 % de remoción de la DBO5, una mediana de 56.92%, un valor mínimo de remoción de DBO5 de 16.77% y un valor máximo de 75.60%, en los Intervalos de 0.0212 a 0.0255 de caudal se observa un promedio de remoción de DBO5 de 51.50%, una mediana de 55.31%, un valor mínimo de remoción de DBO5 de 36.02% y un valor máximo de 63.16%. También se observa un valor atípico de remoción de DBO5 en los intervalos de 0.0168 a 0.0212, el cual corresponde a un valor fuera del modelo estadístico.

f. Tiempo de Retención

GRAFICA N° 14: Remoción de la DBO5 Vs el Tiempo de Retención



En la Grafica N° 14 se observa los valores de la relación entre la remoción de DBO5 con el Tiempo de Retención, Observándose que en los Intervalos de 0.4971 a 0.5341 se tiene un promedio de 54.33 %, una mediana de 59.07 % de remoción de DBO5, un valor mínimo de remoción de DBO5 de 36.02% y un valor máximo de 63.16%, en los Intervalos de 0.5341 a 0.5711 se observa un promedio de 52.56% de remoción de DBO5, una mediana de 57.10%, un valor mínimo de remoción de DBO5 de 1.26% y valor máximo de 85.64%, en los Intervalos de 0.5711 a 0.6081 se observa un promedio de 51.57 % de remoción de la DBO5, una mediana de 55.84%, un valor mínimo de remoción de DBO5 de 18.45% y un valor máximo de 63.54%, en los Intervalos de 0.6081 a 0.6451 se observa un promedio de remoción de DBO5 de 45.45%, una mediana de 42.51%, un valor mínimo de remoción de DBO5 de 29.56% y un valor máximo de 62.67%. También se observa un valor atípico de remoción de DBO5 en los intervalos de 0.5341 a 0.5711, el cual corresponde a un valor fuera del modelo estadístico.

4.3. Contrastación de Hipótesis

4.3.1. Contrastación de la Hipótesis General

✓ **MÉTODO ANOVA DE UN FACTOR**

Hipótesis Nula (Ho): Las dimensiones hidráulicas no Afectarán a los Tanques Sépticos en la remoción de la DBO5 de las aguas residuales domésticas.

Hipótesis Alterna (Hi): Las dimensiones hidráulicas Afectarán a los Tanques Sépticos en la remoción de la DBO5 de las aguas residuales domésticas.

Nivel de Significancia: $\alpha = 0.05$

Regla de Decisión:

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

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

4.3.1.1. Análisis de Varianza

TABLA N° 9: Evaluación de los grupos (Dimensiones Hidráulicas de los Tanques Sépticos con la Remoción de la DBO5)

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust	Valor F	Valor P
T°	1	2582.5	2582.53	6.99	0.011
PH	1	0.2	0.16	0.00	0.983
TURBIEDAD	1	178.4	178.38	0.48	0.490
T.S	3	889.7	296.56	0.80	0.497
Error	57	21047.3	369.		
Total	63	24477.9			

En la Tabla N° 9 podemos observar el p - valor (sig.) alcanzado de 0.497, siendo un valor mayor a 0.05, por lo tanto se procede a aceptar la hipótesis nula para rechazar la hipótesis alterna y se demuestra que las dimensiones hidráulicas no Afectarán a los Tanques Sépticos en la remoción de la DBO5 de las aguas residuales domésticas.

4.3.2. Contratación de la Hipótesis Especifica N° 01

✓ **MÉTODO ANOVA DE UN FACTOR**

Hipótesis Nula (Ho): Las dimensiones hidráulicas no Afectarán a los Tanques sépticos en la Remoción de la DBO5 en las Aguas Residuales Domesticas, sin considerar las condiciones ambientales y Operacionales.

Hipótesis Alterna (Hi): Las dimensiones hidráulicas Afectarán a los Tanques sépticos en la Remoción de la DBO5 en las Aguas Residuales Domesticas, sin considerar las condiciones ambientales y Operacionales.

Nivel de Significancia: $\alpha = 0.05$

Regla de Decisión:

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

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

4.3.2.1. Análisis de Varianza

TABLA N° 10: Evaluación de los grupos (Tanques Sépticos y Remoción de la DBO5, sin considerar las condiciones Ambientales y Operacionales)

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust	Valor F	Valor P
Factor	3	671.2	223.7	0.56	0.641
Error	60	23806.7	396.8		
Total	63	24447.9			

En la Tabla N° 10, podemos observar el p - valor (sig.) alcanzado de 0.641, siendo un valor mayor a 0.05, por lo tanto se procede a aceptar la hipótesis nula para rechazar la hipótesis alterna y se demuestra que las dimensiones hidráulicas (relación Largo / Ancho) no Afectarán a los Tanques Sépticos en la remoción de la DBO5 de las aguas residuales domésticas.

4.3.3. Contratación de la Hipótesis Especifica N° 02

Para la Contratación de la hipótesis específica N° 02 se analizarán todas las relaciones de remoción de la DBO5 con las Condiciones ambientales y operacionales y se aplicará el Método ANOVA de un factor.

✓ MÉTODO ANOVA DE UN FACTOR

Hipótesis Nula (Ho): Las Condiciones ambientales (PH, temperatura) y Operacionales (turbiedad, Oxígeno Disuelto, caudal, Tiempo de retención) de las aguas residuales domesticas no Afectarán en la Remoción de la DBO5 en los Tanques Sépticos.

Hipótesis Alterna (Hi): Las Condiciones ambientales (PH, temperatura) y Operacionales (turbiedad, Oxígeno Disuelto, caudal, Tiempo de retención) de las aguas residuales domesticas Afectarán en la Remoción de la DBO5 en los Tanques Sépticos.

Nivel de Significancia: $\alpha = 0.05$

Regla de Decisión:

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

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

4.3.3.1. Potencial de Hidrogeno (PH)

TABLA N° 11: Evaluación de los grupos (Remoción de la DBO5 Con el Potencial de Hidrogeno en los Tanques Sépticos)

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust	Valor F	Valor P
Factor	1	392.0	392.0	1.01	0.319
Error	62	24085.9	388.5		
Total	63	24477.9			

En la Tabla N° 11, podemos observar el p - valor (sig.) alcanzado de 0.319 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 condición ambiental del Potencial de Hidrogeno de las aguas residuales domesticas no Afectarán en la Remoción de la DBO5 en los Tanques Sépticos.

4.3.3.2. Temperatura

TABLA N° 12: Evaluación de los grupos (Remoción de la DBO5 Con la Temperatura en los Tanques Sépticos)

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust	Valor F	Valor P
Factor	2	1315	657.6	1.92	0.155
Error	60	20545	342.4		
Total	62	21861			

En la Tabla N° 12, podemos observar el p - valor (sig.) alcanzado de 0.155 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 condición ambiental de la Temperatura de las aguas residuales domesticas no Afectarán en la Remoción de la DBO5 en los Tanques Sépticos.

4.3.3.3. Caudal de Operación

TABLA N° 13: Evaluación de los grupos (Remoción de la DBO5 Con el Caudal de Operación en los Tanques Sépticos)

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust	Valor F	Valor P
Factor	3	145.5	48.50	0.12	0.948
Error	60	24332.4	405.54		
Total	63	24477.9			

En la Tabla N° 13, podemos observar el p - valor (sig.) alcanzado de 0.948 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 condición Operacional del caudal de operación de

las aguas residuales domesticas no Afectarán en la Remoción de la DBO5 en los Tanques Sépticos.

4.3.3.4. Tiempo de Retención

TABLA N° 14: Evaluación de los grupos (Remoción de la DBO5 Con el Potencial de Hidrogeno en los Tanques Sépticos)

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust	Valor F	Valor P
Factor	3	252.6	84.20	0.21	0.890
Error	60	24225.3	403.75		
Total	63	24477.9			

En la Tabla N° 14, podemos observar el p - valor (sig.) alcanzado de 0.890 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 condición Operacional del Tiempo de Retención de las aguas residuales domesticas no Afectarán en la Remoción de la DBO5 en los Tanques Sépticos.

V. Discusión de Resultados

5.1. Discusión N° 01

Según el objetivo general, determinar el efecto de las dimensiones hidráulicas optimas de los tanques sépticos para la remoción de la DBO5 de las aguas residuales domesticas en la localidad Tuyu Ruri – Marcará – Carhuaz – 2019 y los resultados mostrados la Grafica N° 05 se observa la remoción de la DBO5 en los tanques sépticos, observándose la remoción de DBO5 promedio de 47.35, 56.42, 52.75, 51.56% para los tanques 1, 2, 3, 4 respectivamente, por otro lado en la Tabla N° 07 se evidencia un p - valor (sig.) de 0.497, que nos demuestra que las dimensiones hidráulicas no Afectarán a los Tanques Sépticos en la remoción de la DBO5 de las aguas residuales domésticas, datos que al ser comparados con lo encontrado por el autor SARITA AGUIRRE SOLIS, 2018, quien realizó un artículo científico titulado “TRATAMIENTO PRIMARIO DE AGUAS

SERVIDAS MEDIANTE TANQUE SÉPTICO EN URBANIZACIÓN DE LURIGANCHO, LIMA, PERÚ”. Quien tuvo como resultado que la DBO5 en la fase de pretratamiento tuvo un valor de 32 mg/L y luego del tratamiento disminuyó a 14.4 mg/L, evidencia que el tratamiento fue exitoso, puesto que el valor final está dentro lo aceptable según el ECA agua, siendo eficiente en 45%. Además (Ramalho, 1996), indica que los niveles de eliminación de contaminación (%) de la DBO5 en el tratamiento primario es del 35%. Lo que apoya los datos encontrados en la investigación que muestran remociones de DBO5 desde 1.26% hasta 85.64%, además que en el tanque Séptico N° 03 se encuentra la máxima remoción de la DBO5 a comparación de las otras. También podemos observar en la Grafica N° 05 que tenemos 2 valores atípicos de remoción de DBO5 de 22.91% en el T-02 y 1.26% en el T-04, esto debido a que durante la operación de los tanques se mostraron variaciones de caudal y esto proveía el aumento y disminución del tiempo de retención hidráulica en los tanques, el cual a su vez define el tiempo de contacto y por ende la capacidad de los microorganismos que se encuentran en los Tanques para remover la materia orgánica.

5.2. Discusión N° 02

El efecto de las dimensiones hidráulicas optimas de los tanques sépticos para la remoción de la DBO5 de las aguas residuales domesticas en la localidad Tuyu Ruri – Marcara – Carhuaz – 2019, los resultados mostrados en la Grafica N° 04 se observa los intervalos de los datos de DBO5 registradas para el afluente y efluente de las aguas residuales, observándose un promedio de DBO5 en el afluente de 301.7 mg/l y 143.8, 122.97, 131.8, 132.6 mg/l en los tanques sépticos 1, 2, 3 y 4 respectivamente y en la Grafica N° 05 se observa la remoción de la DBO5 en los tanques sépticos, observándose la remoción de DBO5 promedio de 47.35, 56.42, 52.75, 51.56% para los tanques 1, 2, 3, 4 respectivamente, por otro lado en la Tabla N° 07 se evidencia un p - valor (sig.) de 0.497, que nos demuestra que las dimensiones hidráulicas no Afectarán a los Tanques Sépticos en la remoción de la DBO5 de las aguas residuales

domésticas, datos que al ser comparados con lo encontrado por el autor (BLAS, 2018), quien realizó su tesis denominada “DETERMINACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA EFICIENCIA DEL SISTEMA DE TANQUE SÉPTICO Y FILTRO BIOLÓGICO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA LOCALIDAD DE JIVIA – DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO”. Quien tuvo resultados favorables de remoción de las concentraciones de la Demanda Bioquímica de Oxígeno de agua residual cruda que ingresa con 125 mg/l al tanque séptico, se disminuye en la salida de esta unidad a 110 mg/l de DBO5, es decir, se remueve a 88.0% de DBO5, debido a la degradación de la materia orgánica por la actividad microbiológica y el porcentaje es mayor en la temporada de lluvia, debido al caudal de aguas residual se incrementa favoreciendo la dilución de DBO5 para la Toma I. En la Toma II la Demanda Biológico de Oxígeno de agua residual ingresa con 62 mg/l de DBO al tratamiento primario, se disminuye en la salida de la unidad de tanque séptico a 32 mg/l de DBO5, es decir, se remueve la demanda bioquímica de oxígeno a 51.6% de DBO5 y en la Toma III la Demanda Biológico de Oxígeno de agua residual cruda que ingresa al tratamiento primario es 241 mg/l de DBO, ha sido removida en la unidad de tanque séptico a 211 mg/l de DBO5, es decir, se remueve la materia orgánica a 87.6% de DBO5 por la actividad microbiológica. Además (Ramalho, 1996), indica que los niveles de eliminación de contaminación (%) de la DBO5 en el tratamiento primario es del 35%. Lo que apoya los datos encontrados en la investigación que muestran remociones de DBO5 por encima de los 35%, además que el tanque Séptico N° 03 se encuentra la máxima remoción de la DBO5 a comparación de las otras.

5.3. Discusión N° 03

El efecto de las dimensiones hidráulicas óptimas de los tanques sépticos para la remoción de la DBO5 de las aguas residuales domesticas en la localidad Tuyu Ruri – Marcara – Carhuaz – 2019, los resultados mostrados en la Grafica N° 04 se observa los intervalos de los datos de DBO5 registradas para el afluente y efluente de las aguas residuales,

observándose un promedio de DBO5 en el afluente de 301.7 mg/l y 143.8, 122.97, 131.8, 132.6 mg/l en los tanques sépticos 1, 2, 3 y 4 respectivamente y en la Grafica N° 05 se observa la remoción de la DBO5 en los tanques sépticos, observándose la remoción de DBO5 promedio de 47.35, 56.42, 52.75, 51.56% para los tanques 1, 2, 3, 4 respectivamente, por otro lado en la Tabla N° 07 se evidencia un p - valor (sig.) de 0.497, que nos demuestra que las dimensiones hidráulicas no Afectarán a los Tanques Sépticos en la remoción de la DBO5 de las aguas residuales domésticas, datos que al ser comparados con lo encontrado por el autor (SALAZAR, 2015), quien realizó su tesis denominada “EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE REDISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA COMUNIDAD DE CHURUGUZO, PARROQUIA TARQUI, CANTÓN CUENCA, PROVINCIA DEL AZUAY”. Quien tuvo dentro de sus resultados que la concentración de la Demanda Bioquímica de Oxígeno de agua residual cruda que ingresa a la Planta es de 90 mg/l con un PH de 6.98, TRH de 0.25 días y temperatura de 14.6 °C y disminuye en la salida del tanque séptico a 79.5 mg/l de DBO5 ha sido removido en la unidad 11.6% con un PH de 7.17. Además (Ramalho, 1996), indica que los niveles de eliminación de contaminación (%) de la DBO5 en el tratamiento primario es del 35%. Lo que contradice a los datos encontrados en la investigación que se obtuvo remociones de DBO5 por encima de los 35%.

5.4. Discusión N° 04

El efecto del Potencial de Hidrogeno (PH) de las aguas residuales domesticas en la Remoción de la DBO5 en los Tanques Sépticos, los resultados mostrados la Grafica N° 06 se observa los intervalos de los datos de PH registradas, observándose un promedio de PH de 7.5844 para el afluente y de 7.5806, 7.3851, 7.5637, 7.5856 en los tanques sépticos 1, 2, 3, 4 respectivamente y en la Grafica N° 07 se observa los valores de la relación entre la remoción de DBO5 con el PH, observándose que en los Intervalos de 7 a 7.5 de PH se tiene un promedio de 56.49 % de remoción de DBO5, en los Intervalos de 7.5 a 8 de PH se observa un

promedio de 50.65% de remoción de DBO5, por otro lado en la Tabla N° 09 se evidencia un p - valor (sig.) de 0.319, que nos demuestra que la condición ambiental del Potencial de Hidrogeno de las aguas residuales domesticas no Afectarán en la Remoción de la DBO5 en los Tanques Sépticos, datos que al ser comparados con lo encontrado por el autor SARITA AGUIRRE SOLIS, 2018, quien realizó un artículo científico titulado “TRATAMIENTO PRIMARIO DE AGUAS SERVIDAS MEDIANTE TANQUE SÉPTICO EN URBANIZACIÓN DE LURIGANCHO, LIMA, PERÚ”. Quien tuvo como resultado el 45% de la eficiencia de remoción de la DBO5 a PH inicial de 7.1 y un post PH de 6.6. Además (ROMERO, 2009), indica que el pH debe estar entre 6.5 y 8.5 para que exista la mayoría de la vida acuática y las aguas residuales con valores de pH menores a 5 y superiores a 9 son sumamente difíciles de tratar con procesos biológicos. Debido a esto el pH del agua residual ya tratada debe ser calibrado antes de ser descargada a un cuerpo de agua para evitar alteraciones. Con estos datos encontrados en la investigación se afirma que los PH se encuentran entre los valores adecuados y las remociones de DBO5 a esos PH son adecuados en este tratamiento primario.

5.5. Discusión N° 05

El efecto de la Temperatura de las aguas residuales domesticas en la Remoción de la DBO5 en los Tanques Sépticos, los resultados mostrados la Grafica N° 08 se observa los intervalos de los datos de Temperatura registradas para el afluente y efluente de las aguas residuales domésticas, observándose una media aritmética (promedio) de 18.419°C para el afluente y 17.719, 17.831, 17.975, 18.031°C para los tanques 1, 2, 3, 4 respectivamente y en la Grafica N° 09 se observa los valores de la relación entre la remoción de DBO5 con la Temperatura, observándose que en los Intervalos de 16 a 17°C de T° se tiene un promedio de 58.37 % de remoción de DBO5, en los Intervalos de 17 a 18 °C de T° se observa un promedio de 56.83% de remoción de DBO5 y en los Intervalos de 18 a 19 °C de T° se observa un promedio de 48.06 % de remoción de la DBO5, por otro lado en la Tabla N° 10 se evidencia un p - valor (sig.) de 0.155,

que nos demuestra que la condición ambiental de la Temperatura de las aguas residuales domesticas no Afectarán en la Remoción de la DBO5 en los Tanques Sépticos, datos que al ser comparados con lo encontrado por el autor Gago 2010, quien realizo su tesis denominada “EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS GENERADAS EN HOLCIM (NICARAGUA) S.A”. Quien tuvo como resultado los porcentajes de eficiencia de remoción de los contaminantes en el sistema fueron: En la Primer análisis se obtuvo en el afluente 30 mg/l de DBO5 con un PH de 6.72, temperatura de 30.16°C y en el efluente 24 mg/l con un PH de 7.24, temperatura de 29.79°C. En el segundo análisis se obtuvo en el afluente 105 mg/l de DBO5 con un PH de 6.70, temperatura de 30.41°C y en el efluente 35 mg/l con un PH de 7.14, temperatura de 30.47°C. En el tercer análisis se obtuvo en el afluente 63 mg/l de DBO5 con un PH de 6.75, temperatura de 30.33°C y en el efluente 25 mg/l con un PH de 7.34, temperatura de 30.83°C. Con base en los resultados promedios de la caracterización del afluente y efluente, se determinó la eficiencia porcentual de remoción de cada contaminante de la unidad de tanque séptico observando que la DBO5 en el afluente es de 66 mg/l y en el efluente es de 28 mg/l, obteniendo un 57.58 % de remoción de DBO5. Y concluyo que eficiencia de la Planta de tratamiento es baja a comparación de las otras Plantas de tratamiento similares en el país, las causas fueron analizadas, encontrando 2 principales razones del bajo rendimiento en el tratamiento: falta de la unidad de desengrase y deficiencia del diseño en el tanque séptico. Además (**Metcalf, 1996**), indica que la temperatura óptima para el desarrollo de la actividad bacteriana se sitúa entre los 25 y los 35°C. Los procesos de digestión aerobia y de nitrificación se detienen cuando se alcanzan los 50°C. A temperaturas de alrededor de 15°C - 20°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. Si se alcanzan temperaturas del orden de 2°C, incluso las bacterias quimio heterótrofas que actúan sobre la materia carbonosa dejan de actuar. Con estos datos encontrados en la investigación se puede observar que nuestra temperatura cumple con la

teoría, pero no con la investigación de tesis; pero la remoción de la DBO5 es considerable con las temperaturas de 17 a 18°C, esto debido a que la Temperatura no afecta de manera directa a la remoción de la DBO5 y que otras son las causas.

5.6. Discusión N° 06

El efecto de la Turbiedad de las aguas residuales domesticas en la Remoción de la DBO5 en los Tanques Sépticos, los resultados mostrados la Grafica N° 10 se observa los intervalos de remoción de la turbiedad en los tanques sépticos, observándose una media aritmética (promedio) de 61.76, 62.50, 63.95, 61.59% para los tanques 1, 2, 3, 4 respectivamente y en la Grafica N° 11 se observa los valores de la relación entre la remoción de DBO5 con la Remoción de la Turbiedad, Observándose que en los Intervalos de remoción de 20 a 40 de Turbiedad se tiene un promedio de 55.14%, en los Intervalos de remoción de 40 a 60 de remoción de turbiedad se observa un promedio de 44.56% de remoción de DBO5, en los Intervalos de remoción de 60 a 80 de Turbiedad se observa un promedio de 56.11 % de remoción de la DBO5 y en los Intervalos de remoción de 80 a 100 de Turbiedad se observa un valor promedio de 50.70%, por otro lado en la Tabla N° 07 se evidencia un p - valor (sig.) de 0.490, que nos demuestra que la condición ambiental de la Turbiedad de las aguas residuales domesticas no Afectarán en la Remoción de la DBO5 en los Tanques Sépticos, datos que al ser comparados con lo encontrado por el autor SARITA AGUIRRE SOLIS, 2018, quien realizó un artículo científico titulado “TRATAMIENTO PRIMARIO DE AGUAS SERVIDAS MEDIANTE TANQUE SÉPTICO EN URBANIZACIÓN DE LURIGANCHO, LIMA, PERÚ”. Quien tuvo como resultado que la turbidez inicial fue 228 UNT, el proceso la sedimentación del tanque séptico mejoró este parámetro dado a que se redujo a 204 de UNT y la DBO5 en la fase de pretratamiento tuvo un valor de 32 mg/L y luego del tratamiento disminuyó a 14.4 mg/L, evidencia que el tratamiento fue exitoso, puesto que el valor final está dentro lo aceptable según el ECA agua, siendo eficiente en 45%. Además (MATTOS, 2018), indica que la turbidez es la capacidad de las propiedades de la dispersión de la luz

en el agua, usada para exponer la calidad de las aguas naturales y residuales tratadas haciendo la comparación adecuada al material en suspensión. El cálculo que se realiza es por comparación de la intensidad de luz dispersa en una muestra y la luz dispersa por suspensión de contraste en las mismas condiciones. Con estos datos encontrados en la investigación se afirma que la eficiencia de la turbiedad en los tanques sépticos es adecuada.

VI. Conclusiones

6.1. Conclusión N° 01

- En esta investigación se determinó el efecto de las dimensiones hidráulicas óptimas de los tanques sépticos para la remoción de la DBO5 de las aguas residuales domésticas en la localidad Tuyu Ruri – Marcará – Carhuaz – 2019. Lo más importante en determinar el efecto de las dimensiones hidráulicas fue el comportamiento de la remoción de DBO5 en los 4 tanques sépticos diseñadas a diferentes dimensiones, porque el tratamiento de aguas residuales con tanques sépticos es una técnica sanitaria que en la actualidad es muy utilizada en zonas rurales y ciudades en donde no existe acceso a otros sistemas de tratamiento y que por la sencillez que la caracteriza o lo simple de esta, se ha llegado a tergiversar su funcionamiento, las malas prácticas de conceptualización y de construcción, estos defectos que presenta la hacen ineficiente y la desacreditan. Lo que más me ayudó a determinar este efecto de dimensiones hidráulicas de los tanques sépticos para la remoción de la DBO5, fueron los análisis del agua residual, los monitoreos del agua residual en cada tanque séptico, el proceso estadístico para obtener los resultados, el cual se apoyó con la teoría del autor (Ramalho, 1996), que indica que los niveles de eliminación de contaminación (%) de la DBO5 en el tratamiento primario es del 35% y (OPS/CEPIS/03.80, 2003), que indica la relación larga: ancho del área superficial del tanque séptico deberá estar comprendida entre 2:1 a 5:1, porque con esta información se realizó el diseño, se construyó y se realizó el monitoreo del análisis físico-químico del agua residual, obteniendo ya en los resultados remociones de la DBO5

desde 1.26% a 85.64%. Lo más difícil en determinar el efecto de las dimensiones hidráulicas de los tanques sépticos para la remoción de la DBO5 fue mantener el ingreso de los caudales en cada tanque séptico, porque el lugar donde se realizó la investigación existen fuertes vientos y estos traían malezas y hojas que interrumpía el paso del caudal a cada unidad.

6.2. Conclusión N° 02

- En esta investigación se determinó si las dimensiones hidráulicas afectarán a los tanques sépticos en la remoción de la DBO5 en las aguas residuales domésticas, sin considerar las condiciones ambientales y operacionales. Lo más importante en determinar si las condiciones hidráulicas afectarán a los tanques sépticos en la remoción de la DBO5 fue determinar la demanda bioquímica de oxígeno sin considerar las condiciones ambientales y operacionales porque la DBO5 es un parámetro importante para determinar la cantidad de oxígeno necesario usado por los microorganismos para descomponer la materia orgánica presente en el agua residual. Lo que más me ayudó a determinar si las dimensiones hidráulicas afectarán a los tanques sépticos en la remoción de la DBO5 en las aguas residuales domésticas, sin considerar las condiciones ambientales y operacionales fueron los muestreos del agua residual en cada tanque séptico y la estadística de resultados, el cual se apoya con la teoría de (Ramalho R. , 1996), que indica que es una medida indirecta de la cantidad de materia orgánica contenida en una muestra de agua, determinada por el consumo de oxígeno que hacen los microorganismos para degradar los compuestos biodegradables; porque con esta información se obtuvo resultados de la remoción de la DBO en cada tanque séptico, solo considerando las dimensiones diferentes construidas y se pudo observar que en el tanque N°03 es donde existe mayor remoción de la DBO5. Lo más difícil en determinar si las dimensiones hidráulicas Afectarán a los tanques sépticos en la Remoción de la DBO5 en las Aguas Residuales Domesticas, sin considerar las condiciones ambientales y operacionales fue la falta de equipos de medición, el clima de la zona, los cuales impidieron el muestreo.

6.3. Conclusión N° 03

- En esta investigación se determinó el efecto de las condiciones ambientales (PH, temperatura) y Operacionales (Turbiedad, Oxígeno Disuelto, Caudal, Tiempo de Retención) de las aguas residuales domesticas en la Remoción de la DBO5 en los Tanques Sépticos. Lo más importante en determinar el efecto de las condiciones ambientales (PH, temperatura) y Operacionales (Turbiedad, Oxígeno Disuelto, Caudal, Tiempo de Retención) de las aguas residuales domésticas en la Remoción de la DBO5 en los Tanques Sépticos, es constatar como varia la remoción de la DBO5 en cada tanque séptico con las condiciones ambientales y operacionales, porque estos son parámetros que intervienen en el desarrollo de la actividad bacteriana, por ende de acuerdo como actúan los microorganismos metabolizando los compuestos orgánicos degradables biológicamente en cada tanque séptico se observa la remoción de la DBO5 en el agua residual. Lo que más me ayudo a determinar el efecto de las condiciones ambientales (PH, temperatura) y Operacionales (Turbiedad, Oxígeno Disuelto, Caudal, Tiempo de Retención) de las aguas residuales domesticas en la Remoción de la DBO5 en los Tanques Sépticos son los monitoreos de las condiciones ambientales y operaciones con la DBO5 en cada tanque séptico, esto con las teorías y antecedentes del autor (ROMERO, 2009), que indica que el pH debe estar entre 6.5 y 8.5, (**Metcalf, 1996**), indica que la temperatura óptima para el desarrollo de la actividad bacteriana se sitúa entre los 25 y los 35°C, porque con esta información de la teoría y los antecedentes se observó en los resultados que las condiciones ambientales y operaciones de las aguas residuales domesticas no afectan en la Remoción de la DBO5 en los Tanques Sépticos. Lo más difícil en esta investigación fue la distribución correcta del caudal de ingreso, el bombeo del agua residual final, la falta de energía eléctrica al inicio de los trabajos y el clima para el muestreo, porque esto dificulto el correcto monitoreo de las aguas residuales.

VII. Recomendaciones

- Se recomienda realizar la operación y mantenimiento de los tanques sépticos de manera continua, con la finalidad de obtener los caudales constantes en el ingreso.
- Se recomienda realizar los monitoreos de los parámetros de campo de manera constante, de manera que se observe mejor el comportamiento de los parámetros a analizar.
- Se recomienda realizar el análisis del agua residual de los demás parámetros de calidad.
- Se recomienda implementar equipos de medición para realizar los monitoreos continuos y obtener mejores resultados.

VIII. Referencia Bibliográfica

- Alfaro Rodríguez, C. H. (2012). Metodología de Investigación Científica Aplicado a la Ingeniería. callao.
- ANDERSON D, & R. (2000). La Gerencia Integrada Wastewater en Cultivar Ambientes Urbanos. Ingeniarse Ensucia en un Ambiente Urbano.
- AVELLANEDA, V. G. (Mayo de 2018). EVALUACIÓN DE UN FILTRO PARA TRATAMIENTO PRIMARIO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS RURALES. A PARTIR DEL USO MATERIALES NO CONVENCIONALES. EVALUACIÓN DE UN FILTRO PARA TRATAMIENTO PRIMARIO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS RURALES. A PARTIR DEL USO MATERIALES NO CONVENCIONALES. Bogota, Colombia.
- Babbie, E. (1979). "The Practice of social research". California: Ed. Wadsworth, California.
- Bach. Gozzer Milla, W. R. (JUNIO de 2017). IMPACTO DE LOS EFLUENTES DE TANQUES SÉPTICOS EN LA CALIDAD. IMPACTO DE LOS EFLUENTES DE TANQUES SÉPTICOS EN LA CALIDAD. NUEVO CHIMBOTE, NUEVO CHIMBOTE, PERU.
- BACH. HEIDY STEPHANY VICTORIA DIAZ PEREZ. (FEBRERO de 2015). "Simulación de una planta de tratamiento de aguas residuales y su análisis Técnico - económico -ambiental en la ciudad de Iquitos mediante el uso de. "Simulación de una planta de tratamiento de aguas residuales y su análisis Técnico - económico -ambiental en la ciudad de Iquitos mediante el uso de. IQUITOS: UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA.
- Barreros. (2017). DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO CON LA DEPURACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL SECTOR SAN ISIDRO NUEVO, PARROQUIA MULLIQUINDIL SANTA ANA, PROVINCIA DE COTOPAXI. DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO CON LA DEPURACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL SECTOR SAN ISIDRO NUEVO, PARROQUIA MULLIQUINDIL SANTA ANA, PROVINCIA DE COTOPAXI. SECTOR SAN ISIDRO NUEVO, PARROQUIA MULLIQUINDIL SANTA ANA, PROVINCIA DE COTOPAXI.
- BLAS. (MAYO de 2018). "DETERMINACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA EFICIENCIA DEL SISTEMA DE TANQUE SÉPTICO Y FILTRO BIOLÓGICO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA LOCALIDAD DE JIVIA – DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO". "DETERMINACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA EFICIENCIA DEL SISTEMA DE TANQUE SÉPTICO Y FILTRO BIOLÓGICO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA LOCALIDAD DE JIVIA – DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO". JIVIA, HUANUCO.
- Castillo Borges, E. R., Lizama Solís, C. E., Méndez Novelo, R. I., & García Sosa, J. (2014). Tratamiento de efluentes de fosas sépticas por el proceso

de lodos activados. Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal.

- CEPIS/OPS-OMS. (2002). CURSO INTERNACIONAL "GESTION INTEGRAL DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES". SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.
- CEPIS/OPS-OMS. (2002). Curso Internacional "Gestión integral de tratamiento de aguas residuales". Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales. (R. Rojas, Ed.)
- Chayña, C. M. (2018). Tratamiento de Aguas Residuales Residenciales Usando Tecnología de Bajo Costo en la Urbanización Santa Ana de la Ciudad de Juliaca, Provincia de San Román, Región Puno. Tratamiento de Aguas Residuales Residenciales Usando Tecnología de Bajo Costo en la Urbanización Santa Ana de la Ciudad de Juliaca, Provincia de San Román, Región Puno. JULIACA, SAN ROMAN, PUNO.
- Colomé, D.-I. D. (ENERO de 2018). METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN PARA ESTUDIANTES DE POSGRADO EN INGENIERÍA. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN PARA ESTUDIANTES DE POSGRADO EN INGENIERÍA. LIMA, LIMA, PERU.
- Crittenden, Trussell, Hand, Howe, & Tchobanoglous. (2012). Water Treatment Principles and Design .
- Dante Alejandro Rengifo Alayo, R. A. (2017). "PROPUESTA DE DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO Y/O UNIDADES BASICAS DE SANEAMIENTO EN LA LOCALIDAD DE CARHUACOCHA, DISTRITO DE CHILIA - PATAZ - LA LIBERTAD, 2017". "PROPUESTA DE DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO Y/O UNIDADES BASICAS DE SANEAMIENTO EN LA LOCALIDAD DE CARHUACOCHA, DISTRITO DE CHILIA - PATAZ - LA LIBERTAD, 2017". CHILIA, PATAZ, LA LIBERTAD.
- David Santiago Salazar Serrano, E. A. (2015). "EVALUACION Y PROPUESTA DE REDISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA COMUNIDAD DE CHURUGUZO, PARROQUIA TARQUI, CANTON CUENCA, PROVINCIA DEL AZUAY". "EVALUACION Y PROPUESTA DE REDISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA COMUNIDAD DE CHURUGUZO, PARROQUIA TARQUI, CANTON CUENCA, PROVINCIA DEL AZUAY". PROVINCIA DEL AZUAY, ECUADOR.
- DRA. SILVIA M. SOTO-CÓRDOBA, L. G.-M.-G. (2019). DISPOSICIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS EN ZONAS RURALES DE COSTA RICA. Ambiente & Sociedade.
- ESCOBAR, A. L. (2016). ESTADO DEL ARTE DEL TRATAMIENTO PRIMARIO DE AGUAS RESIDUALES MEJORADO QUÍMICAMENTE-TPMQ. ESTADO DEL ARTE DEL TRATAMIENTO PRIMARIO DE AGUAS RESIDUALES MEJORADO QUÍMICAMENTE- TPMQ. BOGOTA, COLOMBIA.

- Gago. (2010). EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS GENERADAS EN HOLCIM (NICARAGUA) S.A. EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS GENERADAS EN HOLCIM (NICARAGUA) S.A. MANAGUA, NICARAGUA.
- Galo, C. Q. (2017). ANÁLISIS DE LAS CONCENTRACIONES DE SEDIMENTOS Y PORCENTAJE DE REMOCIÓN DE DBO Y SST EN MUESTRAS DE AGUA DEL RÍO DAULE UTILIZANDO UN MODELO DE TANQUE SEDIMENTADOR COMO PRE-TRATAMIENTO PARA EL DISEÑO DE UN SISTEMA DE AGUA POTABLE. ANÁLISIS DE LAS CONCENTRACIONES DE SEDIMENTOS Y PORCENTAJE DE REMOCIÓN DE DBO Y SST EN MUESTRAS DE AGUA DEL RÍO DAULE UTILIZANDO UN MODELO DE TANQUE SEDIMENTADOR COMO PRE-TRATAMIENTO PARA EL DISEÑO DE UN SISTEMA DE AGUA POTABLE. GUAYAQUIL, ECUADOR.
- Garcia Trisolini, E. (Junio de 2009). Manual práctico de saneamiento en poblaciones rurales. Fondo Perú - Alemania: Deuda por Desarrollo, Lima.
- GOBIERNO REGIONAL DE JUNIN. (OCTUBRE de 2010). MANUAL DE DISEÑO, TRATAMIENTO Y REUSO DE AGUAS RESIDUALES. MANUAL DE DISEÑO, TRATAMIENTO Y REUSO DE AGUAS RESIDUALES. JUNIN: COPYRIGHT GOBIERNO REGIONAL DE JUNIN.
- Gobierno Regional de Junín. (Octubre de 2010). Manual de Diseño, Tratamiento y Reuso de Aguas Residuales. Manual de Tratamiento y Reuso de Aguas Residuales, Primera, Pág. 4 (35). (G. R. Junín, Ed.) Junín, Junín, Perú: Copyright Gobierno Regional Junín.
- Gomez. (2014). Estudio del efecto del almacenamiento sobre la calidad de agua en un tanque de distribución. Cartago, Costa Rica: Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica.
- HAZEL A. SERRANO SALAS. (Agosto de 2005). Evaluacion ambiental y sanitaria de dos sistemas individuales de tratamiento de aguas residuales domesticas mediante la construccion de prototipos en escala natural. Evaluacion ambiental y sanitaria de dos sistemas individuales de tratamiento de aguas residuales domesticas mediante la construccion de prototipos en escala natural. COSTA RICA: UNIVERSIDAD COSTA RICA.
- HERNANDEZ, F. B. (2010). "Metodología de la investigación". 5º Edic. Edit. España: McGraw Hill. ESPAÑA, ESPAÑA.
- Hernandez, F. y. (2001). Metodología de la Investigación. Editorial Mc Graw Hill. Mexico. 2001. MEXICO.
- HO, LUZ EDITH BARBA. (2002). CONCEPTOS BASICOS DE LA CONTAMINACION DEL AGUA Y PARAMETROS DE MEDICION. CONCEPTOS BASICOS DE LA CONTAMINACION DEL AGUA Y PARAMETROS DE MEDICION. SANTIAGO DE CALI: UNIVERSIDAD DEL VALLE.

- <http://www.centa.es/uploads/publicaciones/doc4f965da41fa7d.pdf>. (29 de 09 de 2013). Obtenido de <http://www.centa.es/uploads/publicaciones/doc4f965da41fa7d.pdf>.
- IICA. (2000). Manual de evaluación de impacto ambiental de actividades rurales. Uruguay: Ministerio de ganadería, agricultura y pesca. Manual de evaluación de impacto ambiental de actividades rurales. Uruguay: Ministerio de ganadería, agricultura y pesca.
- LAVERDE, G. P. (2009). HISTORIA DE LOS METODOS DE DEPURACION.
- LEON, F. G. (2017). ANALISIS Y EVALUACION DE TANQUES SEPTICOS MEJORADOS EN SUELOS DE BAJA CAPACIDAD DE FILTRACION HIDRAULICA. ANALISIS Y EVALUACION DE TANQUES SEPTICOS MEJORADOS EN SUELOS DE BAJA CAPACIDAD DE FILTRACION HIDRAULICA. COSTA RICA.
- Lepkowski, J. (2008). Advances in Telephone Survey Methodology. Hoboken, NJ.
- Llorca, R. &. (2006). Prácticas de atmósfera, suelo y agua. Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia. España.
- Lucho-Constantino, C. (2015). DISEÑO DE FOSAS SEPTICAS RECTANGULARES MEDIANTE EL USO DE LA HERRAMIENTA FOSEP. Revista Mexicana de Ingeniería Química.
- Luis Lopez, P. (2004). Población Muestra Y Muestreo.
- MATTOS. (2018). "EVALUACIÓN, DIAGNÓSTICO Y PROPUESTAS DE MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, EN LA LOCALIDAD DE TAMBO REAL NUEVO EN EL DISTRITO DE CHIMBOTE, PROVINCIA DE SANTA - ANCASH". "EVALUACIÓN, DIAGNÓSTICO Y PROPUESTAS DE MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, EN LA LOCALIDAD DE TAMBO REAL NUEVO EN EL DISTRITO DE CHIMBOTE, PROVINCIA DE SANTA - ANCASH". Nuevo Chimbote, Peru.
- Mejía-López. (2017). REMOCIÓN DE CONTAMINANTES ORGÁNICOS PRESENTES EN AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA MEDIANTE PROTOTIPO A ESCALA DE LABORATORIO. LA GRANJA:Revista de Ciencias de la Vida.
- Metcalf. (1996). Ingeniería de Aguas Residuales, tratamiento, vertido y reutilización , Volumen I, III Edición.
- MORA. (FEBRERO de 2017). AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y SANEAMIENTO EN COSTA RICA AL 2016-METAS AL 2022Y 2030. AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y SANEAMIENTO EN COSTA RICA AL 2016-METAS AL 2022Y 2030. COSTA RICA.
- MORALES, H. E. (2015). DISEÑO DE UN EQUIPO PARA LA REMOCIÓN DE SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DEL MUNICIPIO EL TEJAR, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO. DISEÑO DE UN EQUIPO PARA LA REMOCIÓN DE SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES

PROVENIENTES DEL MUNICIPIO EL TEJAR, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO. CHIMALTEMANGO, GUATEMALA.

- NORMA IS.020. (2006). PERU.
- OPS/CEPIS/03.80. (2003). ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EL DISEÑO DE TANQUES SÉPTICOS Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente Área de Desarrollo Sostenible y Salud Ambiental Organización Panamericana de la Salud Oficina Sanitaria Panamericana – Oficina. LIMA.
- ORGANIZACION PANAMERICANA DE SALUD. (2005). GUÍA PARA EL DISEÑO DE TANQUES SÉPTICOS, TANQUE IMHOFF Y LAGUNAS DE ESTABILIZACION. GUÍA PARA EL DISEÑO DE TANQUES SÉPTICOS, TANQUE IMHOFF Y LAGUNAS DE ESTABILIZACION. LIMA.
- Perez, H. (2015). Medio Ambiente evaluacion plan de investigacion. Medio Ambiente evaluacion plan de investigacion.
- Ramalho, R. (1993). Tratamiento de aguas residuales. Tratamiento de aguas residuales. BARCELONA, ESPAÑA.
- Ramalho, R. (1996). Tratamiento de aguas residuales. Reverté S. A.
- Red ALFA TECSPAR. (s.f.). Manual de tecnologías sostenibles en tratamiento de aguas. (J. Morató, & G. Peñuela, Edits.) Obtenido de www.tecspar.org.
- Roldán Pérez, G. (2003). Bioindicación de la calidad del agua en Colombia. Colombia: Universidad de Antioquia. Colombia.
- ROMERO, J. (2009). Calidad del agua., 3a ed., Bogota-colombia., . Colombia: escuela colombiana de ingenieria.
- SALAZAR. (2015). EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE REDISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA COMUNIDAD DE CHURUGUZO, PARROQUIA TARQUI, CANTÓN CUENCA, PROVINCIA DEL AZUAY . EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE REDISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA COMUNIDAD DE CHURUGUZO, PARROQUIA TARQUI, CANTÓN CUENCA, PROVINCIA DEL AZUAY . CUENCA, ECUADOR.
- SARITA AGUIRRE SOLIS, M. V. (2018). Tratamiento primario de aguas servidas mediante tanque séptico en urbanización de Lurigancho, Lima. Dirección de Investigación de Ingeniería Ambiental, Universidad Peruana Unión. Lima - Perú.
- Seabloom, R. C. (1982). Washington.
- Selltiz, C. (1965). Society for the Psychological Study of Social Issues. . New York,: Holt, Rinehart and Winston [1965, ©1959].
- SILVA, K. V. (2014). DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA CENTRAL ECUATORIANA DE SERVICIOS AGRICOLAS - RIOBAMBA2013. DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA CENTRAL

ECUATORIANA DE SERVICIOS AGRICOLAS - RIOBAMBA2013. RIOBAMBA, ECUADOR.

- TREJO. (2001). MODELACIÓN FÍSICA DEL COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO EN SEDIMENTADOR CIRCULAR DE FLUJO HORIZONTAL. MODELACIÓN FÍSICA DEL COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO EN SEDIMENTADOR CIRCULAR DE FLUJO HORIZONTAL. MONTERREY.
- UGALDE, H. U. (2016). "EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, TANQUE SÉPTICO-FILTRO ANAEROBIO DE FLUJO ASCENDENTE". "EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, TANQUE SÉPTICO-FILTRO ANAEROBIO DE FLUJO ASCENDENTE". GUAYAQUIL, ECUADOR.
- UNEP. (s.f.). Muestreo y Caracterización de Aguas Residuales. Manejo Integrado de los Recursos Hídricos en el Lago Titicaca, Río Desaguadero, Lago Poopo y Salar de Coipasa (Sistema TDPS): Evaluación y Actualización de los Niveles de Descargas de Aguas Residuales, Pág. 2-3 (33). Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- Valderrama, J. (1999). Información tecnológica. 0716-8756. Información tecnológica. 0716-8756.
- VILLELA, D. J. (2014). DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA EL MUNICIPIO DE SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ. DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA EL MUNICIPIO DE SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ. CHAMELCO.

ANEXOS

ANEXO 1: CALCULO Y/O DISEÑO DE CADA UNIDAD DE ANALISIS

DISEÑO DEL TANQUE SEPTICO (T1)	RELACION L/B	RELACION L/B	RELACION L/B	RELACION L/B	UND
RELACION L/B	2.0	2.3	2.7	3.3	
1.- POBLACION FUTURA (habitantes)	19	19	19	19	hab
2.- DOTACION (LT/HAB/DIA)	80	80	80	80	
3.- CAUDAL DE AGUAS RESIDUALES (M3/Dia)					
$Q = 0.80 * \text{Pob.} * \text{Dot.}/1,000$	1.22	1.22	1.22	1.22	m3/dia
(* SI EL CAUDAL ES <20m3/dia 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)					
$Vs = Q \text{ (m3/d)} * \text{PR} \text{ (d)}$	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
7.- PERIODO DE LIMPIEZA (AÑOS)	0.08	0.08	0.08	0.08	Años
8.- VOLUMEN DE ACUMULACION DE LODOS (Vd) (m3)	1.0	1.0	1.0	1.0	Meses
$Vd = \text{Pob} * \text{TAL} * \text{PL}/1000$	0.11	0.11	0.11	0.11	m ³
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
Area útil (m2)	0.830	0.830	0.830	0.830	m ²
Relacion L/B	1.96	2.30	2.73	3.30	
Longitud útil (m)	L= 1.2740	1.3814	1.5047	1.6544	m
Ancho útil (m)	B= 0.6512	0.6006	0.5514	0.5015	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	Hd
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)	0.65124	0.60060	0.55139	0.50148	m

ANEXO 2: ANALISIS ESTADISTICO ANOVA PARA LA DBO5

ANOVA de un solo factor: T-1; T-2; T-3; T-4

Método

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

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Factor	4	T-1; T-2; T-3; T-4

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	3	671.2	223.7	0.56	0.641
Error	60	23806.7	396.8		
Total	63	24477.9			

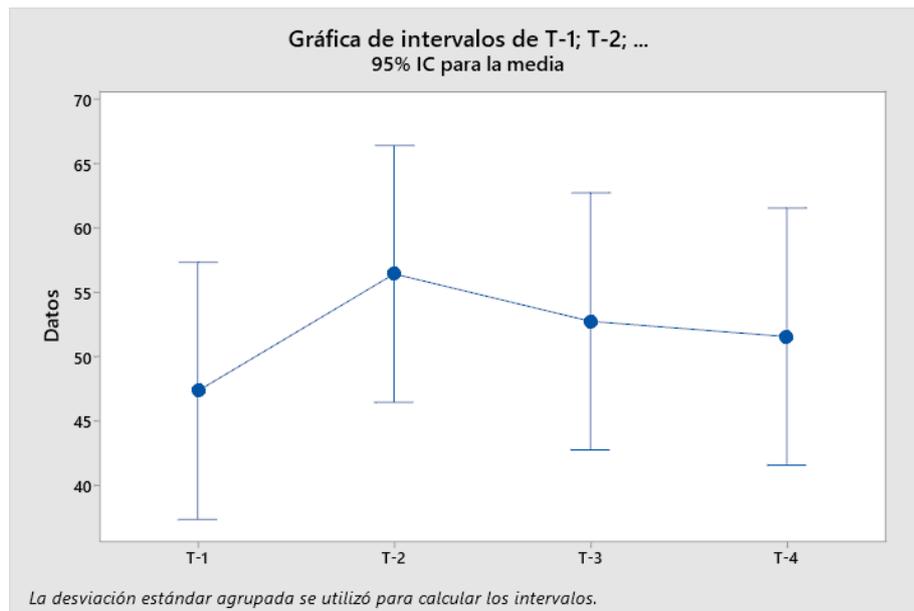
Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
19.9193	2.74%	0.00%	0.00%

Medias

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
T-1	16	47.35	20.28	(37.39; 57.31)
T-2	16	56.42	13.65	(46.46; 66.38)
T-3	16	52.75	23.53	(42.79; 62.71)
T-4	16	51.56	20.87	(41.60; 61.52)

Desv.Est. agrupada = 19.9193



ANEXO 3: ANALISIS ESTADISTICO ANOVA PARA LA TEMPERATURA

ANOVA de un solo factor: 16 - 17; 17 - 18; 18-19

Método

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

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Factor	3	16 - 17; 17 - 18; 18-19

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	2	1315	657.6	1.92	0.155
Error	60	20545	342.4		
Total	62	21861			

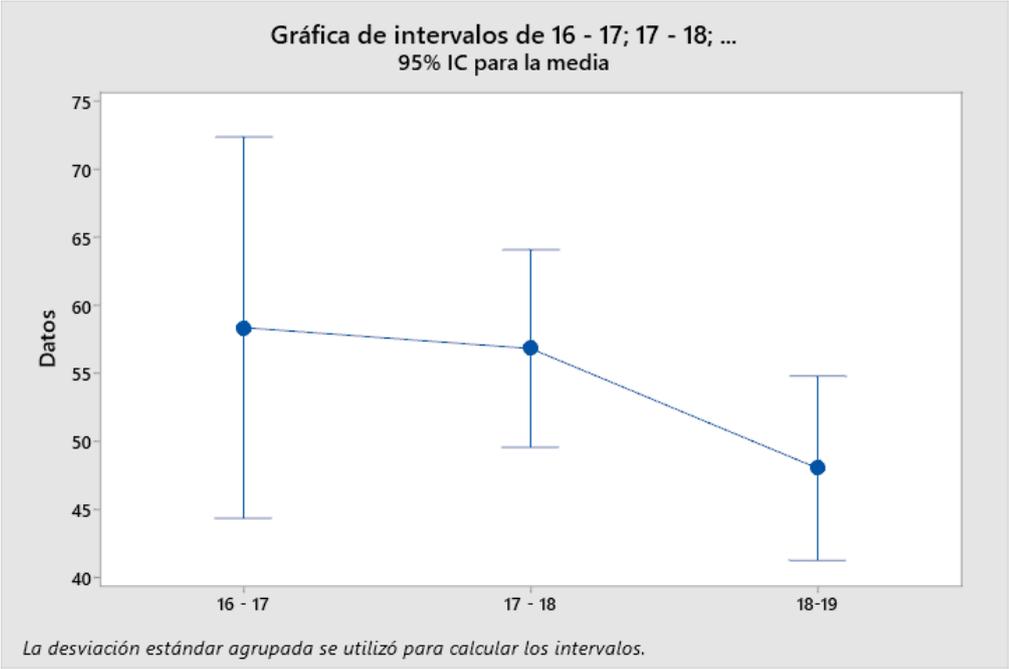
Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
18.5047	6.02%	2.88%	0.00%

Medias

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
16 - 17	7	58.37	20.08	(44.38; 72.36)
17 - 18	26	56.83	16.44	(49.58; 64.09)
18-19	30	48.06	19.80	(41.30; 54.81)

Desv.Est. agrupada = 18.5047



ANEXO 4: ANALISIS ESTADISTICO ANOVA PARA EL PH

ANOVA de un solo factor: 7 - 7.5; 7.5 - 8

Método

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

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Factor	2	7 - 7.5; 7.5 - 8

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	1	392.0	392.0	1.01	0.319
Error	62	24085.9	388.5		
Total	63	24477.9			

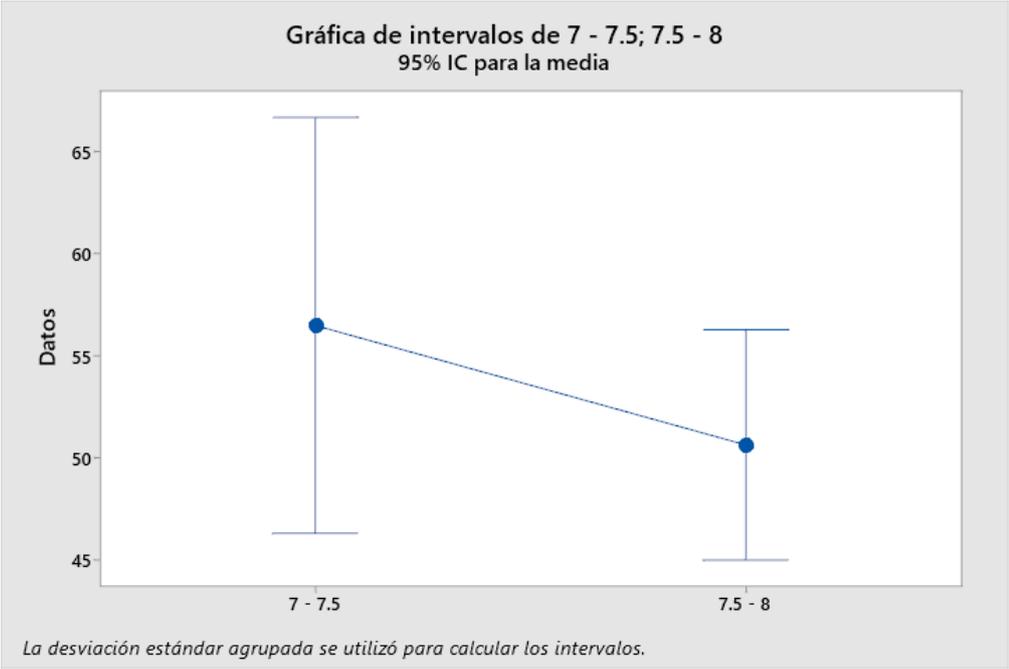
Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
19.7100	1.60%	0.01%	0.00%

Medias

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
7 - 7.5	15	56.49	21.29	(46.32; 66.67)
7.5 - 8	49	50.65	19.23	(45.02; 56.28)

Desv.Est. agrupada = 19.7100



ANEXO 5: ANALISIS ESTADISTICO ANOVA PARA EL TIEMPO DE RETENSION

ANOVA de un solo factor: 0.4971-0.5341; 0.5341-0.5711; 0.5711-0.6081; 0.6081-0.6451

Método

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

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Factor	4	0.4971-0.5341; 0.5341-0.5711; 0.5711-0.6081; 0.6081-0.6451

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	3	252.6	84.20	0.21	0.890
Error	60	24225.3	403.75		
Total	63	24477.9			

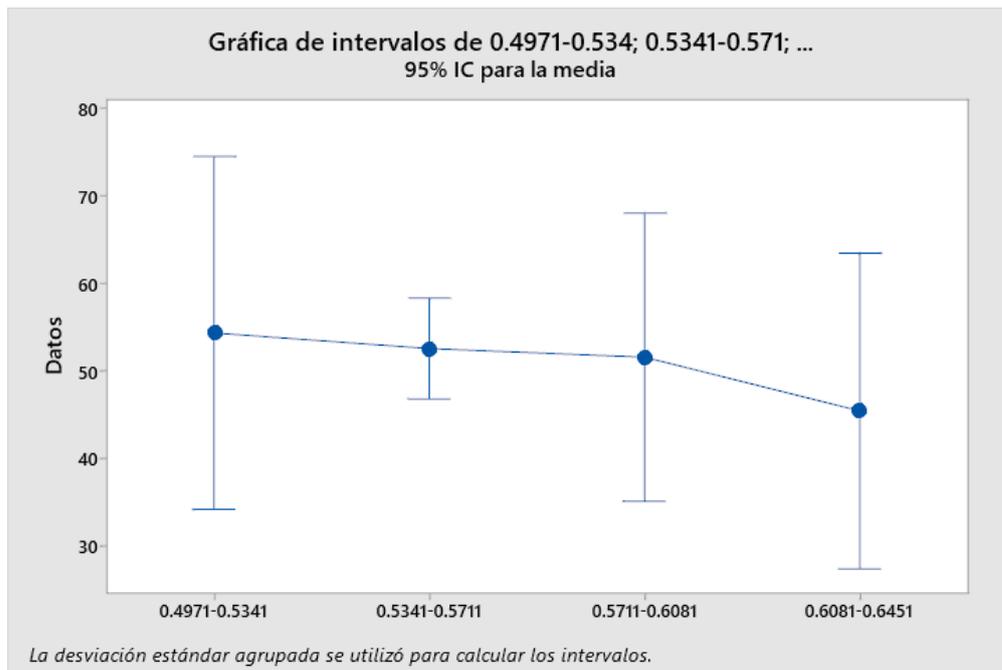
Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
20.0937	1.03%	0.00%	0.00%

Medias

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
0.4971-0.5341	4	54.33	12.73	(34.23; 74.43)
0.5341-0.5711	49	52.56	21.12	(46.81; 58.30)
0.5711-0.6081	6	51.57	16.72	(35.16; 67.98)
0.6081-0.6451	5	45.45	15.27	(27.47; 63.42)

Desv.Est. agrupada = 20.0937



ANEXO 6: ANALISIS ESTADISTICO ANOVA PARA EL CAUDAL

ANOVA de un solo factor: 0.0082-0.0125; 0.0125-0.0168; 0.0168-0.0212; 0.0212-0.0255

Método

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

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Factor	4	0.0082-0.0125; 0.0125-0.0168; 0.0168-0.0212; 0.0212-0.0255

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	3	145.5	48.50	0.12	0.948
Error	60	24332.4	405.54		
Total	63	24477.9			

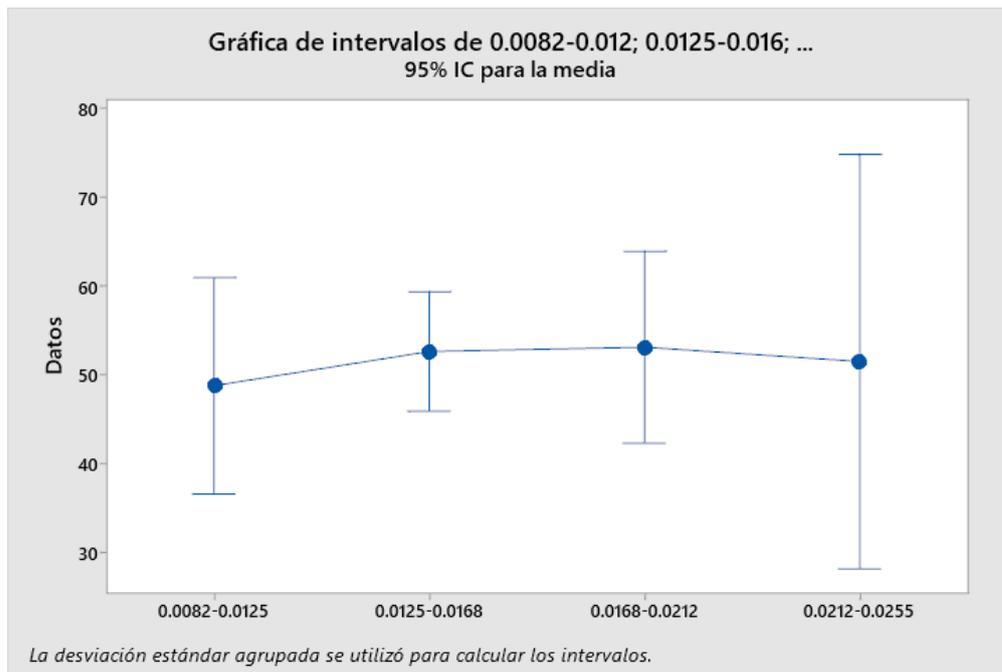
Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
20.1380	0.59%	0.00%	0.00%

Medias

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
0.0082-0.0125	11	48.79	15.60	(36.64; 60.93)
0.0125-0.0168	36	52.63	22.28	(45.91; 59.34)
0.0168-0.0212	14	53.11	17.83	(42.34; 63.87)
0.0212-0.0255	3	51.50	13.96	(28.24; 74.76)

Desv.Est. agrupada = 20.1380



ANEXO 7: PANEL FOTOGRAFICO: ETAPA DE IMPLEMENTACION DE LAS UNIDADES DE ANALISIS

FOTOGRAFIA N°01: TRABAJOS DE LEVANTAMIENTO DE TERRENO



FOTOGRAFIA N°02: MOVIMIENTO DE TIERRA



FOTOGRAFIA N° 03: OBRAS DE CONCRETO



FOTOGRAFIA N° 04: REVOQUES Y ENLUCIDOS



FOTOGRAFIA N° 05: INSTALACION DE TUBERIAS



FOTOGRAFIA N° 06: TRABAJO CULMINADO



ANEXO 8: PANEL FOTOGRAFICO: TOMA DE MUESTRA, ANALISIS DE LABORATORIO.

FOTOGRAFIA N° 07: ORDENAR LOS FRASCOS



FOTOGRAFIA N° 08: TOMA DE MUESTRA DE LOS PARAMETROS COMO PH, TEMPERTURA, TURBIEDAD.



FOTOGRAFIA N° 09: ORDENAMIENTO Y ROTULADO DE LOS FRASCOS



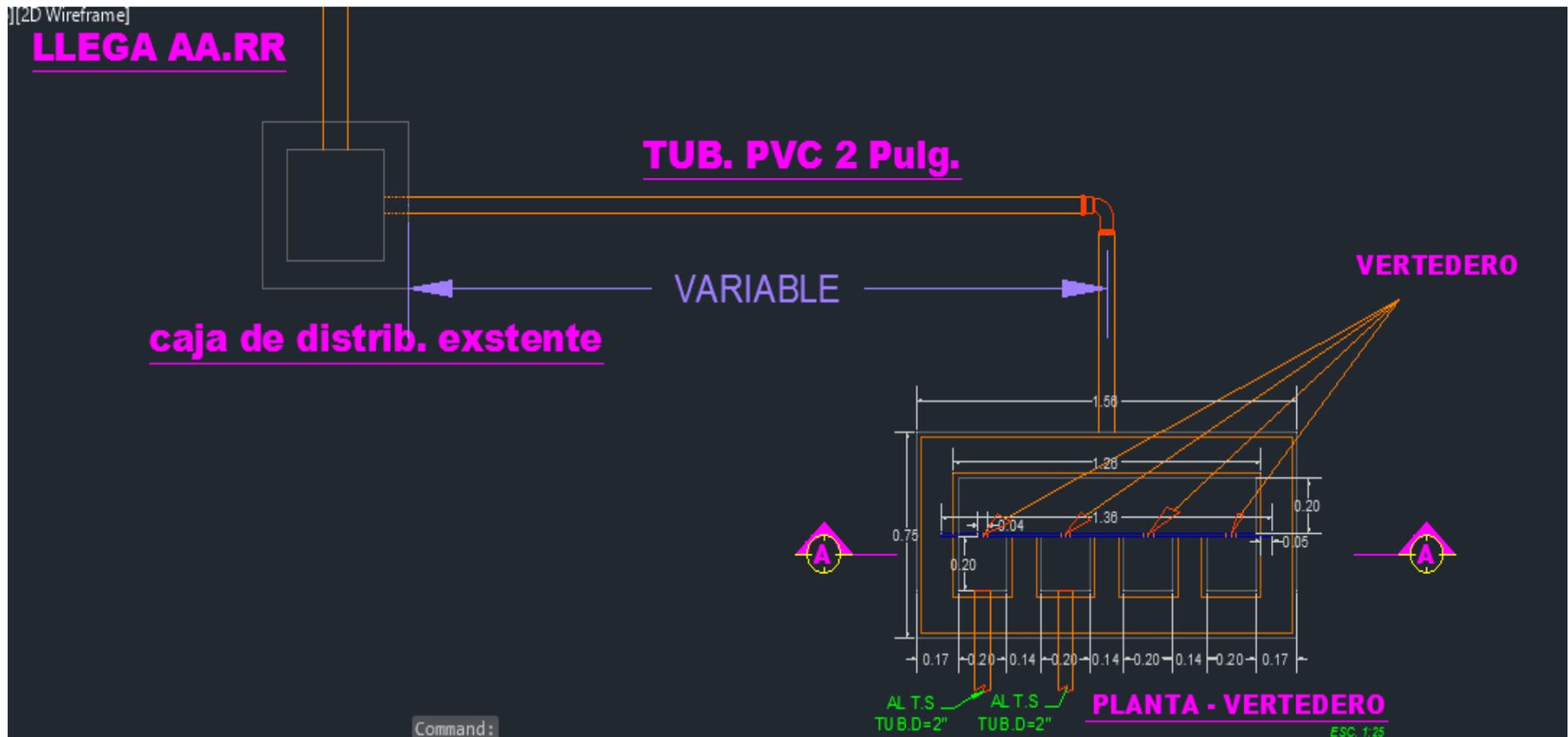
FOTOGRAFIA N° 10: TOMA DE MUESTRA EN LA SALIDA DE CADA TANQUE



FOTOGRAFIA N° 11: DETERMINACION DE LA DBO5 EN EL LABORATORIO



ANEXO 9: PLANO DEL VERTEDERO



ANEXO 11: PLANO DE LOS TANQUES SEPTICO

