

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**T E S I S**

**Implementación de un biodigestor con fines de mejorar la calidad de  
aguas residuales domésticas de las viviendas en la población  
Racraytingo del distrito de Ticlacayán de la provincia de Pasco, 2021**

**Para optar el título profesional de:**

**Ingeniero Ambiental**

**Autor: Bach. Thalia Estefany GARCIA ARZAPALO**

**Asesor: Dr. Rommel Luis LOPEZ ALVARADO**

**Cerro de Pasco – Perú – 2022**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**T E S I S**

**Implementación de un biodigestor con fines de mejorar la calidad de  
aguas residuales domésticas de las viviendas en la población  
Racraytingo del distrito de Ticlacayán de la provincia de Pasco, 2021**

**Sustentada y Aprobada ante los miembros del jurado:**

---

Mg. Lucio ROJAS VITOR  
PRESIDENTE

---

Mg. Mayvi Deysi USCUCHAGUA CORNELIO  
MIEMBRO

---

Ing. Miguel Ángel BASUALDO BERNUY  
MIEMBRO

## **DEDICATORIA**

A mis padres David y Mary por su incondicional apoyo.

A mis hermanos por impulsarme a ser mejor cada día,  
esperando ser el ejemplo que ellos necesitan.

Este logro es gracias a ustedes.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por darme vida y salud.

Al ing. Rommel López Alvarado por su asesoría para  
que todo esto se haga posible.



## RESUMEN

Antes de la implementación de la presente investigación en la población Racraytingo no se tenía un sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas, por lo que se evidenciaba la presencia de afectación del agua y suelo a causa del vertimiento inadecuado de las aguas residuales domésticas en el área de la población Racraytingo del distrito de Tlacayán, por ello es justificable la investigación con fines de mejorar la calidad de agua de vertimiento.

Los biodigestores proveen un ambiente controlado para que se realice el proceso de biodigestión, esto significa la descomposición de la materia orgánica, o sea las heces fecales. El sistema recibe las aguas residuales domésticas, y por medio de las mismas bacterias que existen en ellas se crea el proceso biológico, mientras se libera gas metano y se genera fertilizante, que bien podría ser utilizado posteriormente. A este funcionamiento se le llega a conocer como proceso de biogasificación mediante digestión anaeróbica, el cual, fermenta la materia orgánica debido a la ausencia de aire, y la descompone mientras produce gas metano y dióxido de carbono.

Para nuestra investigación los parámetros evaluados fueron la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Sólidos Suspendidos Totales (SST), Aceites y Grasas y Coliformes Fecales por Número más Probable, concluida la instalación y funcionamiento del biodigestor se pudo verificar que la calidad del agua específicamente del efluente mejoro cumpliendo con lo establecido en la Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM límites máximos permisible.

**Palabras claves:** Biodigestores, factores ambientales, población Racraytingo, aguas residuales y límites máximos permisible.

## **ABSTRACT**

Before the implementation of the present investigation in the Racraytingo population, there was no domestic water treatment system, which is why the presence of affectation of water and soil was evident due to the inadequate discharge of domestic water in the area of the Racraytingo population of the Tíclacayán district, for this reason the investigation with the purpose of improving the quality of discharge water is justifiable. Biodigesters provide a controlled environment for the biodigestion process to take place, this means the decomposition of organic matter, that is, feces. The system receives domestic wastewater, and through the same bacteria that exist in it, the biological process is created, while methane gas is released and fertilizer is generated, which could well be used later. This operation is known as the biogasification process through anaerobic digestion, which ferments organic matter due to the absence of air, and decomposes it while producing methane gas and carbon dioxide.

For our investigation, the parameters evaluated were the Biochemical Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD), Total Suspended Solids (TSS), Oils and Fats and Fecal Coliforms by Most Probable Number, once the installation and operation of the biodigester was completed. was able to verify that the quality of the water specifically of the effluent improved in compliance with the provisions of Supreme Decree No. 003-2010-MINAM maximum permissible limits.

**Keywords:** Biodigesters, environmental factors, Racraytingo population, wastewater and maximum permissible limits.

## INTRODUCCIÓN

La falta de plantas de tratamiento para las aguas residuales en las ciudades, industrias, explotaciones mineras, agrícolas y ganaderas, ocasiona grandes desechos de aguas contaminadas que hacen mucho daño al medio ambiente. La mayoría de esas aguas es descargada en los ríos, lagos, mares, en los suelos a cielo abierto o en el subsuelo, a través de los llamados pozos sépticos y rellenos sanitarios.

El objetivo de la presente investigación es evaluar si mejorará la calidad de agua residual doméstica con la implementación del biodigestor en las viviendas de la población Racraytingo del distrito de Ticlacayán de la provincia de Pasco.

Este estudio tiene como reseña el antecedente relacionado a lo realizado por Domínguez Ccaicuri y Rojas Leonardo “Eficacia de los biodigestores autolimpiables en las unidades básicas de saneamiento con arrastre hidráulico (UBS - AH) en el tratamiento de aguas residuales domésticas, Huando, 2019”.

Para realizar este estudio se escogió la vivienda más representativa de la población Racraytingo y se recolectaron muestras a la entrada y salida del biodigestor previamente implementado. Dichas muestras se enviaron a un laboratorio para su respectivo análisis y se evaluaron los parámetros de demanda bioquímica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO), sólidos suspendidos totales (SST), aceites y grasas y coliformes fecales por Número más Probable (NMP).

Obtenidos los resultados, se pudo verificar que la calidad de agua específicamente del efluente mejoro cumpliendo con lo establecido en el Decreto Supremo N°003-2010-MINAM Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento Residuales Domésticas o Municipales.

Concluyendo nuestra investigación se pudo constatar que efectivamente la implementación del biodigestor mejora la calidad de aguas residuales, logrando así que no se afecte a los factores ambientales tanto agua como suelo.

**La Autora**

## ÍNDICE

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	
ÍNDICE	

### CAPÍTULO I

#### PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 IDENTIFICACIÓN Y DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA .....	1
1.2 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	2
1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	2
1.3.1 Problema General:.....	2
1.3.2 Problemas Específicos: .....	3
1.4 FORMULACIÓN DE OBJETIVOS .....	3
1.4.1 Objetivo General: .....	3
1.4.2 Objetivos Específicos:.....	3
1.5 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	3
1.5.1 Justificación Ambiental.....	3
1.5.2 Justificación Social .....	4
1.5.3 Justificación Metodológica .....	4
1.6 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	4

### CAPÍTULO II

#### MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DE ESTUDIO .....	5
2.1.1. Antecedentes Internacional .....	5
2.1.2. Antecedentes Nacionales .....	8
2.1.3. Antecedentes Locales.....	9
2.2 BASES TEÓRICAS - CIENTÍFICAS .....	10
2.3 DEFINICIÓN DE LOS TÉRMINOS.....	23
2.4 FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS .....	26
2.4.1 Hipótesis General.....	26
2.4.2 Hipótesis Específicas .....	26
2.5 IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES .....	26
2.5.1 VARIABLE INDEPENDIENTE .....	26

2.5.2 VARIABLE DEPENDIENTE .....	27
2.5.3 VARIABLE INTERVINIENTE .....	27
2.6 DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES E INDICADORES .....	27

### **CAPÍTULO III**

#### **MÉTODOLÓGIA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	28
3.2 NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	28
3.3 MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN .....	29
3.3.1 Evaluación de Volumen de Agua Residual.....	29
3.3.2 Implementación de Biodigestor .....	29
3.4 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	29
3.5 POBLACIÓN Y MUESTRA .....	30
3.6 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	30
3.6.1 Técnicas .....	30
3.6.2 Instrumentos.....	31
3.7 TÉCNICAS DE PROCESAMIENTOS Y ANÁLISIS DE DATOS.....	31
3.8 TRATAMIENTO ESTADÍSTICO .....	32
3.9 ORIENTACIÓN ÉTICA FILOSÓFICA Y EPISTÉMICA .....	32

### **CAPÍTULO IV**

#### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1 DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO. ....	33
4.1.1 Ubicación Geográfico del Estudio .....	33
4.1.2 Accesos en la zona de proyecto .....	35
4.1.3 Implementación del Biodigestor .....	36
4.1.4 Ubicación de Puntos de Monitoreo .....	40
4.2 PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS. 40	
4.2.1 Resultados de Parámetros Evaluados.....	40
4.3 PRUEBA DE HIPÓTESIS .....	46
4.4 DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	46

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Límites Máximos Permisibles .....	23
Tabla 2: Información Geográfica de la población Racraytingo .....	33
Tabla 3: Rutas de Acceso a la zona de Racraytingo .....	36
Tabla 4: Ubicación y Descripción de los puntos de monitoreo .....	40
Tabla 5: Resultado de los Parámetros Evaluados Ingreso y Salida del Biodigestor .....	40

## INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Componentes de un Biodigestor	19
Ilustración 2: Ubicación Nacional, Departamental y Distrital	34
Ilustración 3: Ubicación del Distrito y Sus Localidades del poblado de Racraytingo	35
Ilustración 4: Resultado del Parámetro Demanda Bioquímica de Oxígeno	41
Ilustración 5: Resultado del Parámetro Demanda Química de Oxígeno	42
Ilustración 6: Resultado del Parámetro Sólidos Suspendidos Totales	43
Ilustración 7: Resultado del Parámetro Aceites y Grasas	44
Ilustración 8: Resultado del Parámetro Coliformes Fecales por Número más Probable	45

## **CAPÍTULO I**

### **PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.1. IDENTIFICACIÓN Y DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA**

“La población de América Latina se encuentra concentrada en ciudades en más de un 80%. Sin embargo, la provisión de agua es insuficiente. Más aún, el 70% de las aguas residuales no tienen tratamiento, lo cual dificulta alcanzar el ciclo del agua, particularmente por el reúso del agua debido a su contaminación. En Perú, solamente se ha ejecutado el 30% de la inversión pública en tratamiento de agua, de acuerdo con el Plan Nacional de Saneamiento Urbano y Rural 2006-2015. La contaminación del agua ocurre a niveles primario, secundario y terciario de las fuentes de agua. Las sustancias que contaminan el agua son orgánicas e inorgánicas” Larios Meoño, González Taranco y Morales Olivares (2015).

“La falta de plantas de tratamiento para las aguas residuales en las ciudades y en las industrias, hoteles y explotaciones mineras, agrícolas y ganaderas, ocasiona grandes desechos de aguas contaminadas que hacen mucho daño al medio



ambiente. La mayoría de esas aguas es descargada en los ríos, lagos, mares, en los suelos a cielo abierto o en el subsuelo, a través de los llamados pozos sépticos y rellenos sanitarios” Rodríguez Pimentel, Héctor (2017).

“Las aguas de desecho dispuestas en una corriente superficial (lagos, ríos, mar) sin ningún tratamiento, ocasionan graves inconvenientes de contaminación que afectan la flora y la fauna. Estas aguas residuales, antes de ser vertidas en las masas receptoras, deben recibir un tratamiento adecuado, capaz de modificar sus condiciones físicas, químicas y microbiológicas, para evitar que su disposición cause los problemas antes mencionados. El grado de tratamiento requerido en cada caso para las aguas residuales deberá responder a las condiciones que acusen los receptores en los cuales se haya producido su vertimiento” Rodríguez Pimentel, Héctor (2017).

En la actualidad en la población Racraytingo no se tiene un sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas, producto de ello hay presencia de afectación de factores ambientales como al suelo y agua que son en estas que llegan a parar los efluentes de aguas residuales.

## **1.2. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

Nuestra investigación se realizó en la jurisdicción de la población Racraytingo del distrito de Ticlacayán de la provincia de Pasco.

## **1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.3.1. Problema General:**

¿Cómo mejorará la calidad de aguas residuales domésticas con la implementación de un biodigestor en las viviendas de la población Racraytingo del distrito de Ticlacayán de la provincia de Pasco?

### **1.3.2. Problemas Específicos:**

¿Cuánto es el caudal de aguas residuales generado por la población Racraytingo del distrito de Ticlacayán de la provincia de Pasco, 2021?

¿Qué factores ambientales están siendo afectados por las aguas residuales domésticas, que son vertidas sin tratamiento en la población Racraytingo del distrito de Ticlacayán de la provincia de Pasco, 2021?

## **1.4. FORMULACIÓN DE OBJETIVOS**

### **1.4.1. Objetivo General:**

Evaluar si mejorará la calidad de aguas residuales domésticas con la implementación de un biodigestor en las viviendas de la población Racraytingo del distrito de Ticlacayán de la provincia de Pasco.

### **1.4.2. Objetivos Específicos:**

Determinar el caudal de aguas residuales generado por la población Racraytingo del distrito de Ticlacayán de la provincia de Pasco, 2021.

Evaluar los factores ambientales que están siendo afectados por las aguas residuales domésticas que son vertidas sin tratamiento en la población Racraytingo del distrito de Ticlacayán de la provincia de Pasco, 2021.

## **1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.5.1. Justificación Ambiental**

En la actualidad los factores ambientales como el agua y suelo están siendo afectados por el vertimiento inadecuado de las aguas residuales domésticas en el área de la población Racraytingo del distrito de Ticlacayán, por ello es justificable la investigación con fines de mejorar la calidad de agua de vertimiento.

### **1.5.2. Justificación Social**

En la población Racraytingo del distrito de Tíclacayán las aguas residuales domésticas generan olores nauseabundos que vienen afectando la salud de la población, con esta propuesta se tendrá un camino de solución a esta problemática.

### **1.5.3. Justificación Metodológica**

La metodología usada será en primer lugar la identificación del problema de las aguas residuales en la población Racraytingo del distrito de Tíclacayán, para posterior proponer el tratamiento a fin de mejorar la calidad del vertimiento de las aguas residuales domésticas.

## **1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

Se identificó las siguientes limitaciones:

- ✓ La accesibilidad del transporte a la población Racraytingo del distrito de Tíclacayán es limitada.
- ✓ La poca información de la calidad de agua del efluente que genera la población Racraytingo del distrito de Tíclacayán.
- ✓ El bajo nivel educativo en temas de educación ambiental en la población Racraytingo del distrito de Tíclacayán.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES DE ESTUDIO**

##### **2.1.1. Antecedentes Internacional**

**García Galarza, Gabriela Estefanía (2016)** “Diseño de un Biodigestor para el mejoramiento de las aguas residuales en la parroquia de Tumbaco ejemplificado en los barrios Tola Chica, Tola Grande y Santa Rosa, este proyecto de tesis se realizó el diseño de un biodigestor, el cual permite un tratamiento eficiente de las aguas residuales que provienen de la Parroquia de Tumbaco específicamente en los barrios de Tola Chica, Tola Grande y Santa Rosa, además los residuos que quedan en el biodigestor permite la utilización de abonos orgánicos y bio- fertilizantes en lugar de abonos sintéticos que se usan con frecuencia y el uso excesivo de estos aumentan la contaminación de los recursos naturales más importantes como son: el suelo, aire y agua. En un comienzo es esencial delimitar la zona de estudio en el Mapa Censal de la Parroquia de Tumbaco

o en la Carta Topográfica emitida por el IGM. Es importante tener un reconocimiento del lugar es decir los datos generales del lugar como el tipo de suelo predominante, La calidad del agua, el alcantarillado, la precipitación y los cultivos típicos que se dan en la zona como: el aguacate, limón, chirimoya, etc. Un factor muy importante para el avance del proyecto es saber el número de habitantes de los barrios de interés, pues el crecimiento poblacional es de gran influencia en el deterioro de las aguas subterráneas y domésticas que desembocan en las quebradas, ríos y mares aumentando la contaminación ambiental. Además, la población futura permite hacer un diseño de biodigestor apto con una vida útil de 20 años. Hoy en día el crecimiento poblacional y la falta de conciencia ecológica aceleran la contaminación del medio ambiente, los ingenieros construyen para satisfacer las necesidades básicas del hombre, sin tomar en cuenta el daño que se está causando a nuestra naturaleza, es por esto que por medio de este documento invito a todos los ingenieros a construir obras civiles ambientales sostenibles que mejoren la calidad del ambiente para que nuestras generaciones futuras habiten en un mundo sin contaminación. Finalmente, existen proyectos en el Ecuador que producen energía renovable como la hidroeléctrica Coca Codo Sinclair, el Relleno Sanitario Pichacay en Cuenca que pretende producir biogás a través de los residuos sólidos de la ciudad, es decir almacenan su biomasa y el biogás que se produce; los destruyen en un equipo de combustión interna para producir energía limpia, se estima que obtendrán 2 KW/h y venderán el Kilovatio en once centavos. En otros países como los Emiratos Árabes conscientes que un día se terminara su petróleo, empezaron a construir desde hace algunos años construcciones amigables al medio ambiente utilizando paneles fotovoltaicos que captan la energía solar, aprovechando la energía eólica del viento y la geotérmica del suelo. Existen

muchas formas de construir en favor de la naturaleza, estamos a tiempo de empezar un cambio positivo. Para terminar el trabajo, presenta una evaluación del impacto ambiental que es cualquier daño que se puede causar al ambiente en la fase de construcción, operación y mantenimiento. Se indican las dimensiones de los biodigestores y un presupuesto referencial que permite ver que tan viable es el proyecto”.

**Sánchez Góngora, María Antonieta (2016)** “Evaluación integral de un biodigestor de aguas residuales domésticas, el problema del suministro de agua y su disposición final, ha llevado a analizar dichos aspectos para desarrollar propuestas como la que se plantea en el presente trabajo para ofrecer soluciones alternativas sencillas, donde las personas expertas teóricas y prácticas interesadas participen en forma activa en la solución del problema. En este caso el biodigestor anaerobio a evaluar fue diseñado con la finalidad de tratar agua residual doméstica, específicamente de sanitario compuesta por orina y materia fecal, así como agua con jabón del lavado de manos. El influente mencionado se trató con un proceso de digestión anaerobia psicrófila, el cual se estudió durante dos momentos experimentales: carga del prototipo y estabilización del proceso; en este último monitoreo el agua tratada se recuperó para dar paso al tercer momento experimental, un tratamiento aerobio preliminar con la finalidad de mejorar la calidad del agua y medir las cantidades de los nutrientes del efluente. No obstante, la valoración realizada al digestor tiene especial relevancia por ser el objeto de estudio, es aquí, durante el segundo periodo experimental donde los resultados cuantitativos de las variables analizadas del proceso disminuyeron en los siguientes porcentajes: DBO5 33.21%, Sólidos Sedimentables 100%, Sólidos Totales 97.66% y Sólidos Suspendidos Totales 99.14% con respecto a la concentración inicial.

Estos datos se complementan al registrar otros indicadores que proporcionan características particulares del efluente: pH 8.7, CE 1735  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y temperatura de 20.13°C. Los valores indicados, cumplen con los límites máximos permisibles estipulados por la normatividad vigente NOM-001-ECOL-1996 y NOM-CCA / 032-ECOL / 1993, mismas que regulan las condiciones para la descarga de agua residual tratada destinada al riego agrícola”.

### **2.1.2. Antecedentes Nacionales**

**Domínguez Ccaicuri y Rojas Leonardo (2019)** “Eficacia de los biodigestores autolimpiables en las unidades básicas de saneamiento con arrastre hidráulico (UBS - AH) en el tratamiento de aguas residuales domésticas, Huando 2019, el objetivo de la investigación fue determinar la eficacia de los biodigestores autolimpiables en las unidades básicas de saneamiento con arrastre hidráulico (UBS - AH), en el tratamiento de aguas residuales domésticas, en el Centro Poblado de Nueva Acobambilla, Distrito de Huando - Huancavelica, constituidos por 3 monitoreos, en los meses de febrero, marzo y abril del año 2019. Se colectaron muestras, a la entrada y salida de seis biodigestores. Se analizó los parámetros físicos: temperatura ( $T^\circ$ ) y sólidos totales en suspensión (STS); químicos: potencial de hidrógeno (pH), demanda química de oxígeno (DQO), demanda bioquímica de oxígeno ( $\text{DBO}_5$ ), aceites y grasas (AyG); y microbiológicos: coliformes termotolerantes (CTT). Obtenidos los resultados del afluente y efluente, se obtuvo la eficacia de los biodigestores, el cual está determinado por el grado de cumplimiento de los objetivos específicos planteados; para el cual se calculó la eficiencia de remoción, con resultados promedios de: 50.09 % en remoción de STS, 73.14 % de remoción de DQO, 71.47 % en remoción de  $\text{DBO}_5$ , 93.45 % en remoción de AyG, y 36.75 % en remoción de CTT. También se evaluó con el D.S.

N° 003-2010-MINAM, determinándose que los efluentes cumplen con los LMP; donde las medias de los resultados en los efluentes fueron: 13.73 (°C) de T°, 123.92 (mg/L) de STS, 6.93 (unidades) de pH, 92.42 (mg/L) de DQO, 80.25 (mg/L) de DBO<sub>5</sub>, 10.04 (mg/L) de AyG, 2237.06 (NMP/100 mL) de CTT, para una temperatura ambiental de 8.3 °C. Concluyendo que los biodigestores autolimpiables, son eficaces en el tratamiento de aguas residuales domésticas”.

### **2.1.3. Antecedentes Locales**

**Santillán Cervantes, Williams Gherber (2009)** “Desarrollo de un sistema de tratamiento de aguas residuales por aireación extendida como alternativa a la mejora de un sistema de tratamiento existente para la zona industrial de la empresa Volcán Compañía Minera S. A. A. UEA Cerro de Pasco, el presente trabajo está orientado a mejorar el tratamiento y disposición de las aguas residuales domésticas para la zona industrial de la unidad de producción Paragsha de la empresa Volcán Cía. Minera SAA UEA Cerro de Pasco, zona que se encuentra a una altitud de 4380 msnm. La empresa mencionada contaba anteriormente con un sistema de tratamiento mediante Tanques Sépticos, y que, por razones de un mal diseño, esta planta de tratamiento colapsó. El sistema de tratamiento propuesto como mejora a la existente es la de tipo “Lodos Activados de Aireación Prolongada” cuyos componentes son: 01 cámara de rejillas o cribado, 01 desarenador con dos compartimentos, 01 Tanque de aireación con dos cámaras (primera cámara de aireación de burbujas medianas y la segunda cámara de aireación de burbujas finas) donde el agua residual circula en forma sinusoidal entre las pantallas instaladas dentro de estas dos cámaras, estructura muy similar a la de un floculador horizontal, dándole de esta manera mayor tiempo de retención y transferencia de oxígeno a toda la masa, 01 Sedimentador secundario o Decantador, 01 Cámara de Contacto



de Cloro y 01 Lecho de secado con dos compartimentos, cuyas características de diseño, acondicionamiento, equipamiento no convencional, operación y mantenimiento se muestran en el contenido. El trabajo integral implico diseño, construcción, acondicionamiento, equipamiento y la puesta en marcha del sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas, en el que actualmente se encuentra operando eficientemente, cumpliendo los objetivos establecidos”.

## **2.2. BASES TEÓRICAS - CIENTÍFICAS**

### **2.2.1. Biodigestor**

“El biodigestor provee un ambiente controlado para que se realice el proceso de biodigestión, esto significa la descomposición de la materia orgánica, o sea las heces fecales. El sistema recibe las aguas residuales domésticas, y por medio de las mismas bacterias que existen en ellas se crea el proceso biológico, mientras se libera gas metano y se genera fertilizante, que bien podría ser utilizado posteriormente. A este funcionamiento se le llega a conocer como proceso de biogásificación mediante digestión anaeróbica, el cual, fermenta la materia orgánica debido a la ausencia de aire, y la descompone mientras produce gas metano y dióxido de carbono” Rotoplas (2020).

### **2.2.2. ¿Para qué sirve el biodigestor?**

“El biodigestor resulta muy útil y práctico para el óptimo manejo de los desechos orgánicos. En lugares rurales o donde no existe la correcta infraestructura de drenaje, generalmente los desechos son descargados en fosas sépticas, que requieren mantenimiento y limpieza constante, o en el peor de los casos, al aire libre. Este último método de descarga puede generar malos olores, presencia de

fauna nociva como ratas o cucarachas, y afectaciones a la salud de los seres humanos. En zonas que cuentan con red de alcantarillado el biodigestor ayuda a que el drenaje se libere evitando su obstrucción y haciendo más rápido el tratamiento posterior del agua. El biodigestor, realiza un tratamiento primario del agua, favoreciendo el cuidado del medio ambiente y evitando la contaminación de mantos freáticos. Además, los lodos residuales se pueden extraer y utilizarse como abono o fertilizante para plantas. El biodigestor provee un ambiente controlado para que se realice el proceso de biodigestión, esto significa la descomposición de la materia orgánica, o sea las heces fecales. El sistema recibe las aguas residuales domésticas, y por medio de las mismas bacterias que existen en ellas se crea el proceso biológico, mientras se libera gas metano y se genera fertilizante, que bien podría ser utilizado posteriormente. A este funcionamiento se le llega a conocer como proceso de biogásificación mediante digestión anaeróbica, el cual, fermenta la materia orgánica debido a la ausencia de aire, y la descompone mientras produce gas metano y dióxido de carbono” Rotoplas (2020).

### **2.2.3. Componentes de un biodigestor anaeróbico**

“Los principales componentes de un digestor anaeróbico lo constituyen un reactor o contenedor de las materias primas a digerir; un contenedor de gas, con los accesorios para salida de biogás, entrada o carga de materias orgánicas primas y salida o descarga de materias orgánicas estabilizadas” Varnero Moreno, María Teresa (2011).

#### **A. Reactor**

“El reactor corresponde al dispositivo principal donde ocurre el proceso bioquímico de degradación de la materia orgánica. Los reactores de digestión

pueden tener forma cilíndrica, cúbica, ovoide o rectangular, aunque la mayor parte de los tanques que se construyen en la actualidad son cilíndricos. El suelo del reactor está inclinado, para que la arena, el material inorgánico sedimentable y la fracción pesada del afluente puedan ser extraídos del tanque. Los digestores modernos tienen cubiertas, fijas o flotantes, cuya misión es impedir que escapen olores, conservar la temperatura, evitar la entrada de oxígeno y recoger el gas producido. Pueden estar contruidos de distintos materiales desde una piscina cubierta de HDPE, concreto hasta acero inoxidable” Varnero Moreno, María Teresa (2011).

**B. Entrada del afluente.**

“Normalmente, el afluente se introduce por la parte superior del digestor y el sobrenadante se extrae por el lado contrario” Varnero Moreno, María Teresa (2011).

**C. Salida del efluente.**

“En un digestor de cubierta fija puede haber de 3 a 5 tubos de sobrenadante colocados a distintos niveles, o un único tubo con válvulas a distintos niveles, para la extracción del mismo. Por regla general, se elige aquel nivel que extraiga un efluente de mejor calidad (con la menor cantidad posible de sólidos)” Varnero Moreno, María Teresa (2011).

**D. Extracción de lodos.**

“Las tuberías de extracción de lodos suelen estar colocadas sobre bloques a lo largo del suelo inclinado del digestor. El lodo se extrae por el centro del reactor. Estas tuberías tienen, por lo general, 15 cm de diámetro o van equipadas con válvulas tapón para evitar obstrucciones, y se utilizan para llevar periódicamente

el lodo del digestor a un sistema de evacuación de lodos” Varnero Moreno, María Teresa (2011).

#### **E. Sistema de gas**

“El proceso de digestión anaerobia produce de 400 a 700 litros de gas por cada kilogramo de materia orgánica degradada, según las características del influente. El gas se compone fundamentalmente de metano y anhídrido carbónico. El contenido en metano del gas de un digestor que funcione adecuadamente variará del 65% al 70% en volumen, con una oscilación en el anhídrido carbónico del 30% al 35%. Uno o dos por ciento del gas del digestor se compone de otros gases”. Varnero Moreno, María Teresa (2011)

“Debido a la presencia de metano (60%), el gas del digestor posee un poder calorífico aproximado de 500 a 600 kilocalorías por litro. El sistema de gas lo traslada desde el digestor hasta los puntos de consumo o al quemador de gases en exceso” Varnero Moreno, María Teresa (2011). El sistema de gas se compone de las siguientes partes:

- Cúpula de gas.
- Válvulas de seguridad y rompedora de vacío.
- Apagallamas
- Válvulas térmicas.
- Separadores de sedimentos.
- Purgadores de condensado.
- Medidores de gas.
- Manómetros.
- Reguladores de presión.

- Almacenamiento del gas.
- Quemador de los gases sobrantes.

**a. Cúpula de gas.**

“Habitualmente, la parte superior del digestor, llamada domo o cúpula o campana de gas se utiliza para almacenar el biogás que se genera. Esta campana de almacenamiento puede ser rígida o flotante. En algunos casos, está separada del digestor y se le llama gasómetro. En los tanques de cubierta fija, puede haber también un cierre de agua incorporado, para proteger la estructura del tanque del exceso de presión positiva o negativa (vacío) creada por la extracción del lodo o del gas demasiado rápidamente. Si la presión de gas sube por encima de los 30 cm de columna de agua, se escapará a través del cierre de agua hacia la atmósfera, sin levantar la cubierta. Si se extrae el lodo o se utiliza el gas con demasiada rapidez, el vacío puede pasar de los 20 cm y romper el cierre de agua, permitiendo la entrada del aire en el tanque. Sin el cierre de agua el vacío aumentaría enormemente y destrozaría el tanque. La tubería entre el tanque de almacenaje de gas y el digestor puede también proteger a éste de las pérdidas del cierre de agua, si el paso no está cortado. Cuando se introducen líquidos en el digestor, el gas puede salir por la tubería hacia el tanque de almacenaje y cuando se extraen del digestor, el gas puede volver al tanque a través de la misma conducción” Varnero Moreno, María Teresa (2011).

**b. Válvulas de seguridad y rompedora de vacío.**

“La válvula de seguridad y la rompedora de vacío van colocadas sobre la misma tubería, pero cada una trabaja independientemente. La válvula de seguridad consta de un plato cargado con arandelas de peso calibrado. La combinación de estos pesos junto con el peso del plato debe igualar la presión de gas de proyecto

del tanque (normalmente entre 15 y 20 cm de columna de agua). Si la presión de gas en el tanque excede de este límite, la válvula se abrirá y dejará escapar gas durante un par de minutos. Ello debe ocurrir antes de que se rompa el cierre de agua. El cierre de agua se puede romper cuando a alimentación del tanque sea excesiva o cuando la extracción del gas sea demasiado lenta. La válvula rompedora de vacío funciona de manera idéntica, excepto en que alivia las presiones negativas para evitar el colapso del tanque” Varnero Moreno, María Teresa (2011).

**c. Apagallamas.**

“El apagallamas típico es una caja rectangular que contiene aproximadamente de 50 a 100 placas de aluminio corrugado con agujeros taladrados. Si se ocasionara alguna llama en la tubería del gas, se enfriaría por debajo del punto de ignición al pasar a través de los deflectores, pero el gas podría seguir pasando con poca pérdida de carga” Varnero Moreno, María Teresa (2011).

- Para evitar explosiones deben instalarse apagallamas.
- Entre las válvulas de seguridad y rompedora de vacío y en la cúpula del digestor.
- Después del purgador de sedimentos, en la tubería de gas del digestor.
- En el quemador de gases en el exceso.
- Delante de cada caldera, horno o llama.

**d. Válvulas térmicas.**

“Se trata de otro dispositivo de protección instalado cerca de una fuente de llama y cerca de la cúpula de gas. Este tipo de válvulas son redondas, con un plato de cierre unido al accionamiento, por un muelle vástago. El vástago apoya sobre un disco fusible que mantiene el plato unido. Si la llama genera el calor suficiente,

el elemento fusible se funde y el muelle acciona el vástago hasta que el plato asienta, para cortar el paso del gas” Varnero Moreno, María Teresa (2011).

**e. Separadores de sedimentos.**

“Un separador de sedimentos es un recipiente de 30 a 40 cm de diámetro y 60 a 90 cm de longitud. Está situado, generalmente, en la parte superior del digestor, cerca de la cúpula de gas, y está equipado también con un deflector interior perforado, y un drenaje de condensados cerca del fondo. El gas entra por la parte superior de un lateral del tanque, desciende, atraviesa el deflector, vuelve a subir y sale por la parte superior. La humedad del gas y todos los trozos grandes de incrustaciones quedan retenidos aquí antes de entrar en el sistema de gas” Varnero Moreno, María Teresa (2011).

**f. Purgadores de condensado.**

“El gas del digestor está bastante húmedo, y en su recorrido desde el tanque caliente hasta zonas de temperatura más bajas el agua se condensa. Esta agua debe recogerse en los puntos bajos del sistema, ya que de lo contrario impedirá que el gas circule, causando daño en algunos equipos como los compresores, e interfiriendo en la posterior utilización del gas. Estos purgadores disponen generalmente de una capacidad de un cuarto o medio litro de agua” Varnero Moreno, María Teresa (2011).

**g. Medidores de gas.**

“Los medidores de gas pueden ser de diversos tipos, como fuelles, diagramas de flujo en paralelo, molinetes y placas de orificios o presión de diferencial” Varnero Moreno, María Teresa (2011).

**h. Manómetros.**

“Los manómetros se instalan en varios puntos del sistema para indicar la presión del gas en centímetros de columna de agua” Varnero Moreno, María Teresa (2011).

**i. Reguladores de presión.**

“Se instalan, generalmente, antes y después del quemador de gases en exceso. Estos reguladores suelen ser del tipo diafragma y controlan la presión en todo el sistema de gas del digestor. Normalmente se taran a 20 cm de columna de agua, ajustando la tensión del muelle sobre el diafragma. Si la presión de gas en el sistema es inferior a 20 cm de columna de agua, no llegará gas al quemador. Cuando la presión del gas alcance los 20 cm de columna de agua, el regulador se abre ligeramente, dejando que el gas pase al quemador. Si la presión continúa aumentando, el regulador se abre aún más para compensar. Los reguladores de gas están también situados en otros puntos del sistema, para regular la presión de gas en las calderas, calentadores y motores” Varnero Moreno, María Teresa (2011).

**j. Almacenamiento del gas.**

“El gas producido en la digestión anaeróbica se puede almacenar en un gasómetro que está separado del digestor, o bien, en el mismo digestor en la parte superior de éste” Varnero Moreno, María Teresa (2011).

• **Gasómetros a presión.**

El gas que se produce en el digestor es enviado por medio de compresores a depósitos donde queda almacenado a presión. Posteriormente, es extraído de estos depósitos y enviado a las instalaciones de utilización o de quemado. La presión de almacenamiento es, aproximadamente, de 3.4 atm, lo que permite disminuir el volumen de gas a una tercera parte de lo que ocupa en el digestor.

• **Gasómetros de cubierta flotante.**



Almacenan el gas variando su altura. En estos gasómetros los gases se mantienen a una presión baja aproximada de 200 mm de columna de agua. Consisten en una campana flotante, similar a la cubierta flotante de un digestor primario. Una serie de ruedas permiten que la cubierta pueda deslizarse libremente hacia arriba o hacia abajo, según la cantidad de gas almacenado. Estas ruedas deslizan sobre unos perfiles de acero que actúan como guías de la campana.

**k. Quemador de los gases sobrantes.**

“La antorcha o quemador de gases se utiliza para eliminar los gases en exceso del sistema de digestión. Va provisto de una llama piloto de quemado continuo, para que cualquier exceso de gas que pase por el regulador se quemara en el digestor, sin pérdida de presión de gas, y sin crear condiciones peligrosas causadas por la mezcla de aire y gas del digestor” Varnero Moreno, María Teresa (2011).

**F. Muestreador**

“El muestreador consiste en una tubería de 8 ó 10 cm de diámetro con una tapa de cierre con bisagras que penetra en el tanque de digestión, a través de la zona de gas, y que está siempre sumergida unos 30 cm en el lodo del digestor. Esto permite la toma de muestras del lodo del digestor, sin pérdida de presión de gas, y sin crear condiciones peligrosas causadas por la mezcla de aire y gas del digestor” Varnero Moreno, María Teresa (2011).

**G. Sistema de calentamiento del digestor**

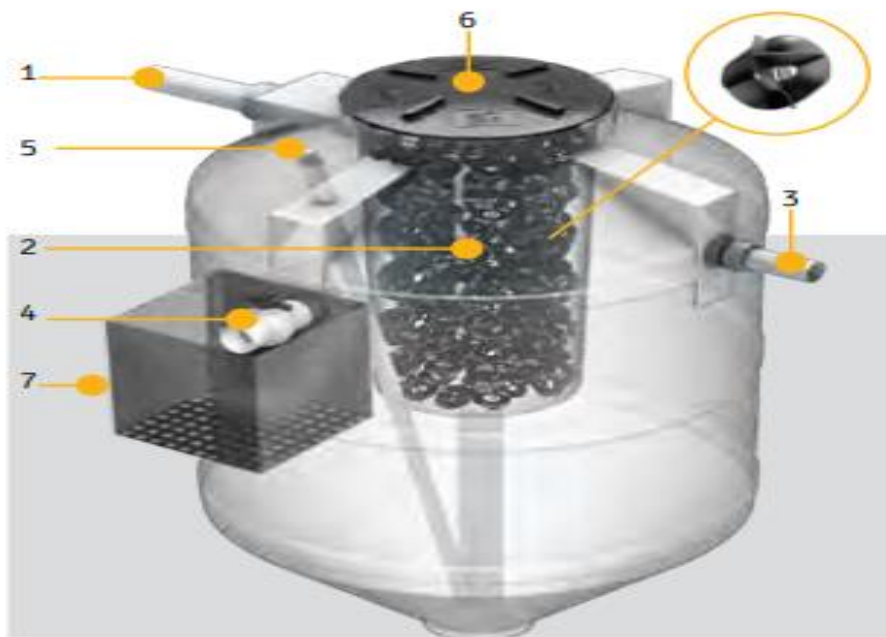
“Un digestor puede funcionar a cualquier temperatura, sin embargo, el tiempo que tarda en completar la digestión es variable y está en relación con ella. A medida que aumenta la temperatura, disminuye el tiempo necesario para que se

produzca la estabilización del lodo. En general, los digestores modernos funcionan en un rango de temperaturas medias, entre 35 y 37°C, que corresponde a rango mesofílico. Los digestores se pueden calentar de diversos modos, aunque las instalaciones actuales están dotadas, en general, de digestores que se calientan por medio de la recirculación de lodos del digestor a través de un intercambiador exterior de agua caliente. El gas del digestor se usa como combustible en la caldera, cuya temperatura óptima de operación es de 60 a 80°C. El agua caliente se bombea desde la caldera al intercambiador de calor, donde cede su calor al lodo recirculante. En algunos equipos la caldera y el intercambiador de calor están combinados y el lodo pasa también a través del equipo” Varnero Moreno, María Teresa (2011).

#### **2.2.4. Biodigestor Rotoplas**

“El diseño del Biodigestor Rotoplas, permite resolver necesidades de saneamiento a través de diferentes capacidades de caudal, respondiendo a los requerimientos de las diferentes obras. Incorpora la estructura de doble pared, la pared interior con su construcción esponjosa le otorga mayor resistencia y aislación térmica, la pared exterior otorga una perfecta terminación lisa, esta pared contiene aditivos para evitar el envejecimiento al estar a la intemperie. El equipo completo se compone de tanque séptico, cámara de contención de lodos estabilizados, sistema de extracción de lodos y esferas Biolam” Rotoplas (2020).

#### **Ilustración 1: Componentes de un Biodigestor**



Fuente: Rotoplas (2020)

## Componentes

1. Entrada de efluente PVC 110 mm 3,2
2. Filtro de esferas Biolam
3. Salida de efluente tratado PVC 50 mm 3,2
4. Válvula de extracción de lodos 2”
5. Acceso para desobstrucción PVC 63 mm 3,2
6. Tapa click
7. Cámara de extracción de lodos

### 2.2.4.1. Instalación

- A. “La **profundidad** de excavación será determinada por la altura del equipo y por la profundidad alcanzada por la tubería proveniente de la

vivienda, esta tubería deberá estar sobre la tubería de entrada del equipo o a igual profundidad” Rotoplas (2020).

**B.** “**Excavar** primero la parte cilíndrica, aumentada como mínimo 20 cm al diámetro del equipo, de esa forma tendremos una excavación con un mínimo de 10 cm alrededor del mismo. Ejemplo: para un equipo de 1300 lts, con 120 cm de diámetro, excave 140 cm de diámetro” Rotoplas (2020).

**C.** “**La base** deberá ser excavada aproximadamente con el mismo formato cónico de equipo, estar compactada y libre de elementos rocosos (piedras, escombros, etc.) que pudiesen dañar las paredes del equipo. Deberá hacerse en el fondo una platea de 60 cm de diámetro de hormigón con un espesor de 5 cm, con una malla sima en su interior” Rotoplas (2020).

**D.** “**Al bajar** el equipo dentro de la excavación, asegurar que la parte inferior cónica esté bien apoyada” Rotoplas (2020).

**E.** “**Llenar** el equipo con agua antes de comenzar la compactación. Para ello, instale la válvula de extracción de lodos y manténgala cerrada, el agua debe permanecer en el equipo incluso después de realizar la instalación completamente” Rotoplas (2020).

**F.** “**Para** entierre y compactación, primero llene con arena mezclado con cemento seco, la parte cónica del equipo para lograr que no queden huecos y el apoyo sea perfecto. Luego prepare suelo cemento en proporción 5 partes de tierra y 1 parte de cemento libre de elementos rocosos (piedras, escombros, etc.) que puedan dañar el equipo. Compactar de forma manual cada 20 cm hasta llegar a la superficie” Rotoplas (2020).

#### **2.2.4.2. Mantenimiento**

- A.** “El periodo de extracción de lodos estabilizados, será realizado preferentemente en periodos estivales (12 a 24 meses)” Rotoplas (2020).
- B.** “La primera extracción de lodos estabilizados debe realizarse a los 12 meses de la fecha de inicio de utilización, de esa forma será posible estimar el intervalo necesario entre las operaciones, de acuerdo con el volumen de lodos acumulados en el biodigestor. Ejemplo: si el volumen del lodo extraído fue menor que la capacidad de la cámara de extracción de lodos (abajo de la válvula), aumentar el intervalo entre las extracciones; caso contrario, si es mayor o igual, disminuir el intervalo” Rotoplas (2020).
- C.** “Abriendo la válvula (1) los lodos alojados en el fondo del tanque salen por gravedad. Primero salen de dos a tres litros de agua de color beige pestilente, luego serán eliminados los lodos estabilizados (oscuros inoloros, similar al color café). Cierre inmediatamente la válvula cuando vuelva a salir agua color beige pestilente” Rotoplas (2020).
- D.** “Si observa dificultades en la salida de lodos, remueva el fondo utilizando un tubo o palo de escoba (teniendo cuidado de no dañar el tanque)” Rotoplas (2020).
- E.** “En la cámara de extracción de lodos, la parte líquida del lodo estabilizado será absorbida por el suelo, quedando retenida la materia orgánica que después de secar, se convierte en un polvo negro que puede ser utilizado como fertilizante” Rotoplas (2020).
- F.** “Recomendamos limpiar el filtro anaeróbico echando agua con una manguera después de una obstrucción y cada tres o cuatro extracciones de lodos” Rotoplas (2020).

G. “Las costras de material orgánico formadas a través de los aros del filtro se desprenden solas al quedar gruesas” Rotoplas (2020).

## 2.2.5. BASES LEGALES

### DECRETO SUPREMO N° 003-2010-MINAM

Límites Máximos Permisibles (LMP) para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales (PTAR), para el sector Vivienda.

Tiene como finalidad de controlar excesos en los niveles de concentración de sustancias físicas, químicas y biológicas presentes en efluentes o emisiones, para evitar daños a la salud y al ambiente.

**Tabla 1: Límites Máximos Permisibles**

PARÁMETRO	UNIDAD	LMP DE EFLUENTES PARA VERTIDOS A CUERPOS DE AGUAS
Aceites y grasas	mg/L	20
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 MI	10
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	100
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	200
Ph	unidad	6.5-8.5
Sólidos Totales en Suspensión	MI/L	150
Temperatura	°C	<35

Fuente: Ministerio del Ambiente

## 2.3. DEFINICIÓN DE LOS TÉRMINOS

### 2.3.1. Agua

“Es un compuesto químico formado por dos partes de hidrógeno y una parte de oxígeno, en volumen. Puede tener en solución o en suspensión a otros materiales sólidos, líquidos o gaseosos. Su fórmula es H<sub>2</sub>O” Hidritec (2020).

### **2.3.2. Aguas residuales domésticas:**

“Son las aguas residuales procedentes de zonas de vivienda y de servicios, generadas principalmente por el metabolismo humano y las actividades domésticas” Hidritec (2020).

### **2.3.3. Coliformes:**

“Grupo de bacterias que pueden ser de origen fecal o ambiental y se utilizan como indicadores de la posible presencia en el agua de organismos que ocasionan enfermedades” Hidritec (2020).

### **2.3.4. Decantación:**

“Proceso mediante el cual se produce la separación de las materias en suspensión presentes en el agua, debido a que las aguas se tranquilizan y se posan los sólidos en el fondo del compartimiento, por medio de la influencia de la gravedad” Hidritec (2020).

### **2.3.5. Demanda bioquímica de oxígeno (DBO):**

“Oxígeno disuelto y requerido por los organismos para la descomposición aeróbica de la materia orgánica presente en el agua. Da la proporción en que desaparece el oxígeno de una muestra de agua y es utilizado como un indicador de la calidad del agua de efluentes residuales. Los datos utilizados para los propósitos

de esta clasificación deberán ser medidos en 20 grados Celsius y por un periodo de 5 días” Hidritec (2020).

#### **2.3.6. Demanda química de oxígeno (DQO):**

“Concentración de masa de oxígeno consumido por la descomposición química de la materia orgánica e inorgánica. La prueba DQO, como la prueba DBO, determinan el grado de contaminación en un flujo. Los datos utilizados para el propósito de esta clasificación deberán ser medidos a través del consumo de permanganato de sodio” Hidritec (2020).

#### **2.3.7. Depuración biológica:**

“El objetivo del proceso biológico es la eliminación, estabilización o transformación de la materia orgánica, presente en las aguas residuales como sólidos no sedimentables. Esta acción se logra por la acción de los microorganismos mediante dos acciones complementarias: metabólica y fisicoquímica” Hidritec (2020).

#### **2.3.8. Filtro biológico:**

“Es un sistema de depuración biológica de aguas residuales, en donde la oxidación se produce al hacer circular, a través de un medio de soporte (filtro percolador), aire y agua residual. La circulación del aire se realiza de forma natural, por efecto de la diferencia de temperaturas del aire y el agua. Al calentarse o enfriarse el aire dentro del lecho produce una variación de densidad, provocando la circulación del aire” Hidritec (2020).

#### **2.3.9. Sólidos en suspensión:**



“Partículas que se mantienen disueltas en el agua en virtud a su naturaleza coloidal. No sedimentan por gravedad por lo que es necesario la adición de un agente floculante para separar estas partículas” Hidritec (2020).

#### **2.3.10. Tratamiento de aguas residuales:**

“El Tratamiento de Aguas Residuales consiste en una serie de procesos que tiene como fin eliminar los contaminantes físicos, químicos y biológicos, haciéndola apta para riego o para entregarla a ríos, mares y lagos” Hidritec (2020).

### **2.4. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS**

#### **2.4.1. Hipótesis General**

Con la implementación de un biodigestor en las viviendas de la población Racraytingo del distrito de Ticlacayán de la provincia de Pasco se elevará la calidad de las aguas residuales domésticas.

#### **2.4.2. Hipótesis Específicas**

El caudal de las aguas residuales generado por la población Racraytingo del distrito de Ticlacayán de la provincia de Pasco superará los 0.5 lt/seg.

Los factores ambientales están siendo afectados por las aguas residuales domésticas que son vertidas sin tratamiento en la población Racraytingo del distrito de Ticlacayán de la provincia de Pasco son al agua y al suelo.

### **2.5. IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES**

#### **2.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE**

Implementación de un biodigestor

### **2.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE**

Mejora de la calidad de agua residual doméstica

### **2.5.3. VARIABLE INTERVINIENTE**

Número de población, crecimiento bacteriano, clima

## **2.6. DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES E INDICADORES**

Los indicadores fueron:

Concentración de coliformes fecales, concentración de cloro residual.

## **CAPÍTULO III**

### **MÉTODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

“La meta del investigador consiste en describir fenómenos, situaciones, contextos y sucesos; esto es, detallar cómo son y se manifiestan. Con los estudios descriptivos se busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis” Hernández Sampieri, Roberto (2014).

Nuestra investigación es de tipo descriptivo, ya que después de obtener los resultados analíticos de laboratorio acreditado por INACAL se determinará si cumple con los Estándares de Calidad Ambiental para agua.

#### **3.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN**

Del mismo modo, el nivel de investigación es descriptiva, ya que comprende la colección de datos para probar la hipótesis. En este caso al realizar

el cumplimiento de la implementación de un biodigestor se elevará la calidad de aguas residuales domésticas de las viviendas en la población Racraytingo del distrito de Tíclacayán de la provincia de Pasco.

### **3.3. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN**

Se implementará de la siguiente manera:

#### **3.3.1. Evaluación de Volumen de Agua Residual**

- Volumen de agua residual doméstica

#### **3.3.2. Implementación de Biodigestor**

- Colocación de Biodigestor
- Evaluar la calidad de agua

### **3.4. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

“Los diseños transeccionales descriptivos tienen como objetivo indagar la incidencia de las modalidades o niveles de una o más variables en una población. El procedimiento consiste en ubicar en una o diversas variables a un grupo de personas u otros seres vivos, objetos, situaciones, contextos, fenómenos, comunidades, etc., y proporcionar su descripción. Son, por tanto, estudios puramente descriptivos y cuando establecen hipótesis, éstas son también descriptivas (de pronóstico de una cifra o valores)” Hernández Sampieri, Roberto (2014). El diseño de la investigación es no experimental descriptivo, ya que permite establecer relaciones entre los datos recopilados; por otro lado, las diferentes teorías que se relacionan con fenómenos naturales pueden comprobarse (refutarse o probarse) a través de este diseño y de los correspondientes cálculos matemáticos.

### **3.5. POBLACIÓN Y MUESTRA**

#### **3.5.1. Población y Muestra**

##### **Población**

La población está compuesta por aguas residuales domésticas generada por las 15 viviendas particulares ubicadas en Racraytingo del distrito de Tíclacayán.

Censo Nacional (2017)

##### **Muestra**

La muestra está representada por el agua residual de una vivienda compuesta por 5 habitantes ubicada en la parte céntrica de la población de Racraytingo del distrito de Tíclacayán.

### **3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

#### **3.6.1. Técnicas**

##### **Volumen de Aguas residuales**

Se realizó mediciones de aguas residuales domésticas en distintos días y horarios basado en la técnica volumétrica.

Esta técnica consiste en la medición directa del tiempo que se tarda en llenar un recipiente de volumen conocido. La corriente se desvía hacia un canal o cañería que descarga en un recipiente adecuado y el tiempo que demora su llenado se mide por medio de un cronómetro.

Se realizó la colocación del biodigestor y las pruebas de funcionamiento.

##### **Calidad de Aguas Residuales**

También se realizó el análisis de la calidad de aguas residuales. Para determinar la cantidad de coliformes se utilizó el método del número más probable (NMP). El objetivo de esta técnica es desarrollar, identificar y cuantificar los microorganismos que crecen en un determinado medio de cultivo.

Es un método de enumeración indirecto, que se basa en la interpretación estadística del crecimiento, o no crecimiento, observado en varias series de tubos, inoculados con volúmenes decrecientes de agua a analizar.

Se debe lograr una serie de tubos en los que no haya crecimiento de las bacterias.

### **3.6.2. Instrumentos**

- Balde
- Frascos
- Cooler
- Preservantes
- Etiquetas
- Cronómetro
- PH metro
- GPS
- Materiales de Campo
- Cámara Fotográfica

## **3.7. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTOS Y ANÁLISIS DE DATOS**

### **- Técnicas de procesamiento de datos**

Se utilizó gráficos comparativos que nos permitieron hacer una interpretación de forma visual. Los gráficos son muy útiles para resumir o crear reportes de una gran cantidad de datos, haciéndolos más fáciles de interpretar.

- Agrupación de datos y codificación

**- Análisis de datos.**

Se utilizó la estadística descriptiva, tablas de frecuencias, gráficos y otros, con la finalidad de hacer un adecuado análisis e inferencia estadística.

Se hizo la comparación de datos obtenidos en el laboratorio tanto del ingreso al biodigestor y a la salida de éste.

**3.8. TRATAMIENTO ESTADÍSTICO**

Para la presente investigación se utilizó la estadística descriptiva. La estadística descriptiva se encarga de recoger, almacenar, ordenar, realizar tablas o gráficos y calcular parámetros básicos sobre el conjunto de datos.

**3.9. ORIENTACIÓN ÉTICA FILOSÓFICA Y EPISTÉMICA**

Se presenta la investigación, también doy fe que mi persona elaboró el trabajo cumpliendo lo reglamentado por la Facultad de Ingeniería de la UNDAC.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO

##### 4.1.1. Geográfico del Estudio

La localidad de Racraytingo se encuentra ubicada en el distrito de Ticlacayán, en la provincia de Pasco, región Pasco, según el Meridiano de Greenwich la ubicación exacta es los paralelos siguientes:

**Tabla 2: Información Geográfica de la población Racraytingo**

<b>UBICACIÓN</b>	
<b>Departamento/Región:</b>	Pasco
<b>Provincia:</b>	Pasco
<b>Distrito:</b>	Ticlacayán
<b>Localidad:</b>	Racraytingo
<b>Región Geográfica:</b>	Costa( ),Sierra (X),Selva ( )
<b>Altitud:</b>	4,117 msnm
<b>Norte:</b>	0372755 E
<b>Sur:</b>	8828062 S





### Ilustración 3: Ubicación del Distrito y Sus Localidades del poblado de Racraytingo



**Fuente:** Elaboración Propia

#### 4.1.2. Accesos en la zona de proyecto

El acceso a Racraytingo, se realiza a través de la carretera Pasco (Yanacancha) – La Quinoa -Racraytingo, a través de carros particulares o servicio de Station Wagon/Custer.

Asimismo, Tomando como referencia la ciudad de San Juan Pampa (Yanacancha), el acceso a la zona del proyecto se realiza a través de la carretera asfaltada San Juan Pampa – La Quinoa, llegando a Racraytingo ubicado a 21 km. De la ciudad de San Juan Pampa.

San Juan Pampa – Racraytingo:

12Km – Tramo Asfaltado (Buen estado):

**Tabla 3: Rutas de Acceso a la zona de Racraytingo**

<b>RUTA (ACCESO VIAL A RACRAYTINGO)</b>			
<b>LUGARES IMPORTANTES</b>	<b>KILOMETRAJE</b>	<b>TIEMPO DE RECORRIDO</b>	<b>TIPO DE PAVIMENTO</b>
San Juan Pampa - La Quinoa	11.00	35.00 Minutos	Asfaltado
La Quinoa - Racraytingo	11.00	20.00 Minutos	Afirmado
<b>TOTAL</b>	<b>11.00</b>	<b>55.00 Minutos</b>	

**Fuente:** Elaboración Propia

#### **4.1.3. Implementación del Biodigestor**

##### **a. Construcción de pozo percolador p/letrinas**

Se construyó un pozo percolador para la letrina con filtro de grava de diámetro de ½” en la base con muros de ladrillo, con anillo de concreto FC= 175 kg/cm<sup>2</sup> con techo de concreto de FC=175 kg/cm<sup>2</sup> con un sistema de desagüe de tubería de 2” y un codo de 2”x90. Se debe colocar la tapa de concreto, las medidas del pozo percolador es de 1m (ancho) x 1 m (largo) x 2 m (altura).

##### **b. Construcción de caja de lodos**

Se construyó una caja de lodos con material de cemento sin piso, esto nos va a permitir la percolación del agua por la base, así mismo debe colocarse la tapa de caja de concreto. Las medidas de la caja de lodos son de 0.60m (ancho) x 0.60 (largo) x 0.85 (altura).

##### **c. Instalación de biodigestor**

###### **▪ Limpieza de Terreno Manual**

Comprendió los trabajos de la limpieza general de los materiales orgánicos e inorgánicos de la zona de trabajo, toda obstrucción hasta 0.30 mínimo por encima del nivel de la rasante indicada en los planos y en general todo elemento que impida la construcción.

- **Excavación Manual Para Estructuras**

Se realizo cortes y/o excavaciones necesarias para la construcción de las estructuras y/o otros que conformaran el sistema de alcantarillado, la que incluirá la excavación de materiales inapropiados para la rasante, la superficie quedo uniforme. Las medidas del biodigestor son de 1.60 m (altura) x 0.94 m (ancho) y una capacidad volumétrica de 750 litros.

- **Relleno Compactado a Mano**

Esta partida consistió en el relleno y compactado con material propio del fondo de la zanja.

- **Concreto Simple**

Los solados son elementos que cumplen la función de nivelar el piso de fundación y de darle mejores características de esfuerzo al terreno, así como de garantizar que las armaduras queden totalmente niveladas y espaciadas de la base para recibir el biodigestor.

- **Biodigestor 750L**

Comprendió el suministro y la instalación un contenedor cerrado, hermético e impermeable (llamado reactor), dentro del cual se deposita el material orgánico a

fermentar (excrementos de animales y humanos) en determinada dilución de agua para que a través de la fermentación anaerobia se produzca gas metano y fertilizantes orgánicos ricos en nitrógeno, fósforo y potasio, y además, se disminuya el potencial contaminante de los excrementos.

Este sistema tiene una cámara de carga y nivelación del agua residual antes del reactor, un dispositivo para captar y almacenar el biogás y cámaras de hidrogenación y post tratamiento (filtro y piedras, de algas, secado, entre otros) a la salida del reactor.

### **Instalación Hidráulica**

- ✓ Se ensambla la tubería de entrada y salida
- ✓ Se sella con pegamento para PVC los puntos de unión de las interconexiones; las partes roscadas solo llevarán cinta teflón
- ✓ Se ensambla la válvula para extracción de lodos y sellar con pegamentos para PVC.
- ✓ Se asegura la válvula de lodos para que se encuentre cerrada y que su tubería esté debidamente apoyada y fija en el piso.

### **Funcionamiento:**

- ✓ Se dejó ingresar solo las aguas negras (SOLO INODORO, NO AGUAS GRISAS), se introducen al BIODIGESTOR AUTOLIMPIABLE por la conexión al desagüe y se dirigen al fondo del tanque, área de lodos.
- ✓ En esta área de lodos se formará las colonias de BACTERIAS ANAERÓBICAS, que se alimentan de las EXCRETAS, produciendo así el proceso séptico.

- ✓ El fondo cónico permite reducir las áreas muertas y hace más eficiente este proceso y permite LA AUTOLIMPIEZA del tanque BIODIGESTOR AUTOLIMPIABLE.
- ✓ Se realiza un nuevo proceso microbiológico con una segunda colonia de bacterias anaeróbicas formada en los aros plásticos que se encuentran en el BIOFILTRO interno del tanque (CUBETA CON AROS PLÁSTICOS O PET).
- ✓ Para limpiar el BIODIGESTOR AUTOLIMPIABLE, se abre la válvula de lodos a partir de los 06, 12, 18 ó 24 meses y estos SALEN POR PROCESO HIDRÁULICO solo con abrir la válvula de lodos.

**Mantenimiento:**

- ✓ Abriendo la válvula N°4 (ver imagen N°1), el lodo alojado en el fondo sale por la gravedad a la caja de lodos. Primero salen dos o tres litros de agua color beige, luego salen los lodos estabilizados. Se cierra la válvula cuando estos hayan terminado de salir.
- ✓ Si observa que el lodo sale con dificultad, introducir y remover con un palo en el tubo N° 5 (ver imagen N°1), teniendo cuidado de no dañar el biodigestor.
- ✓ En la caja de lodos, la parte líquida será absorbida por el suelo, quedando retenida la materia orgánica que después de secar se convierte en polvo negro.
- ✓ Se recomienda limpiar los biofiltros (pets), echando agua con una manguera después de una obstrucción y cada 3 extracciones de lodo.

- **Suministro e Instalación de Tuberías**

Consistió en el suministro e instalación de tuberías hacia el cuerpo receptor.

- **Seguridad del UBS (Unidad Básica de Saneamiento)**

Consistió en la colocación de tapas de cemento tanto en las estructuras del biodigestor, pozo percolador y caja de lodos con la finalidad de evitar una mala manipulación de estos.

#### 4.1.4. Ubicación de Puntos de Monitoreo

**Tabla 4: Ubicación y Descripción de los puntos de monitoreo**

N°	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	COORDENADAS (WGS)	
			ESTE	NORTE
1	V-01-E	Ingreso al Biodigestor	373041	8828614
2	V-01-S	Salida al Biodigestor	373037	8828624

**Fuente:** Elaboración Propia

## 4.2. PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

### 4.2.1. Resultados de Parámetros Evaluados

Los resultados de parámetros evaluados antes del ingreso al Biodigestor y salida del Biodigestor se pueden detallar en el Cuadro N° 5 y gráficos N°1, 2, 3, 4 y 5 de la presente investigación. Asimismo, en el Anexo N° 02 presentamos los resultados del informe de ensayo.

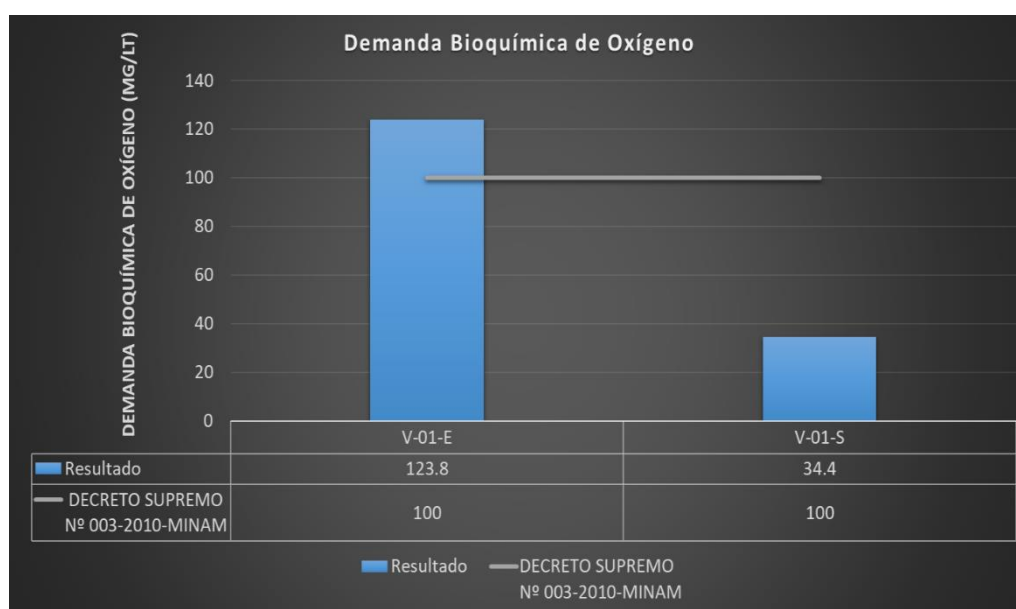
**Tabla 5: Resultado de los Parámetros Evaluados Ingreso y Salida del Biodigestor**

PARÁMETRO		NORMATIVA	V-01-E Ingreso al Biodigestor	V-01-S Salida al Biodigestor
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	Resultado	123.8	34.4
		DECRETO SUPREMO N°003-2010-MINAM	100	100
Demanda Química de Oxígeno	mg/l	Resultado	265.3	73.2
		DECRETO SUPREMO N°003-2010-MINAM	200	200
	mg/l	Resultado	64	29

<b>Sólidos Suspendedos Totales</b>		<b>DECRETO SUPREMO N°003-2010-MINAM</b>	150	150
<b>Aceites y Grasas</b>	mg/l	<b>Resultado</b>	<1.6	<1.6
		<b>DECRETO SUPREMO N°003-2010-MINAM</b>	20	20
<b>Coliformes Fecales por Número más Probable</b>	NMP/100 MI	<b>Resultado</b>	23000000	9100
		<b>DECRETO SUPREMO N°003-2010-MINAM</b>	10000	10000

Fuente: R-Lab

**Ilustración 4: Resultado del Parámetro Demanda Bioquímica de Oxígeno**



Fuente: Propias de la Investigación

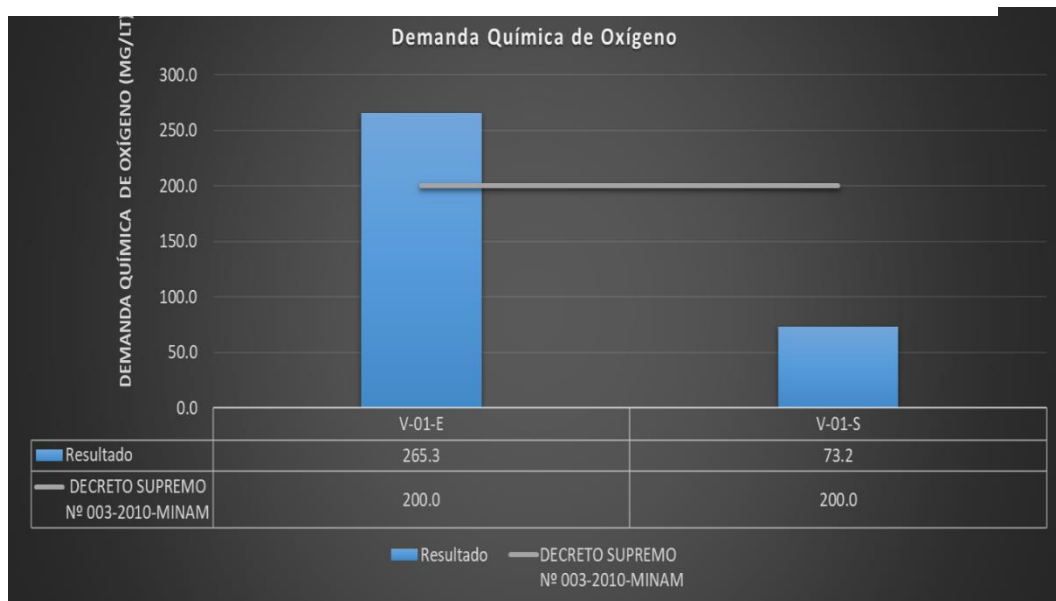
### **Interpretación del parámetro Demanda Bioquímica de Oxígeno**

Como normativa comparativa tenemos al Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento Residuales Domésticas o Municipales para el caso de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) el límite máximo permitido es de 100 mg/L; y en base ello en el grafico N°1 en el punto de monitoreo V-01-E (Ingreso al Biodigestor) se encuentra fuera de los límites máximos permisible teniendo con



123.8 mg/L, después de tratamiento dentro del Biodigestor las aguas tratadas se monitorea en el punto de monitoreo V-01-S (Salida del Biodigestor) se encuentra dentro de los límites máximos permisibles teniendo con 34.4mg/L por lo que en este parámetro se cumple con el Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM.

### Ilustración 5: Resultado del Parámetro Demanda Química de Oxígeno

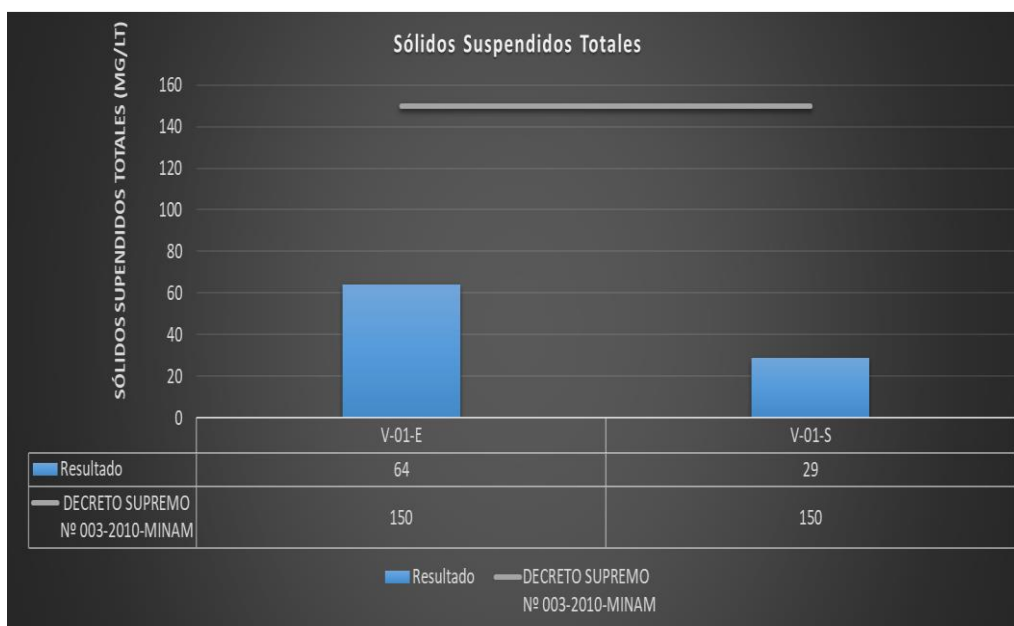


Fuente: Propias de la Investigación

### Interpretación del parámetro Demanda Química de Oxígeno

Como normativa comparativa tenemos al Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento Residuales Domésticas o Municipales para el caso de la Demanda Química de Oxígeno (DQO) el límite máximo permitido es de 200 mg/L; y en base ello en el gráfico N°2 en el punto de monitoreo V-01-E (Ingreso al Biodigestor) se encuentra fuera de los límites máximos permisibles teniendo con 265.3 mg/L, después de tratamiento dentro del Biodigestor las aguas tratadas se monitorea en el punto de monitoreo V-01-S (Salida del Biodigestor) se encuentra dentro de los límites máximos permisibles teniendo con 73.2 mg/L por lo que en este parámetro se cumple con el Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM.

### Ilustración 6: Resultado del Parámetro Sólidos Suspendidos Totales

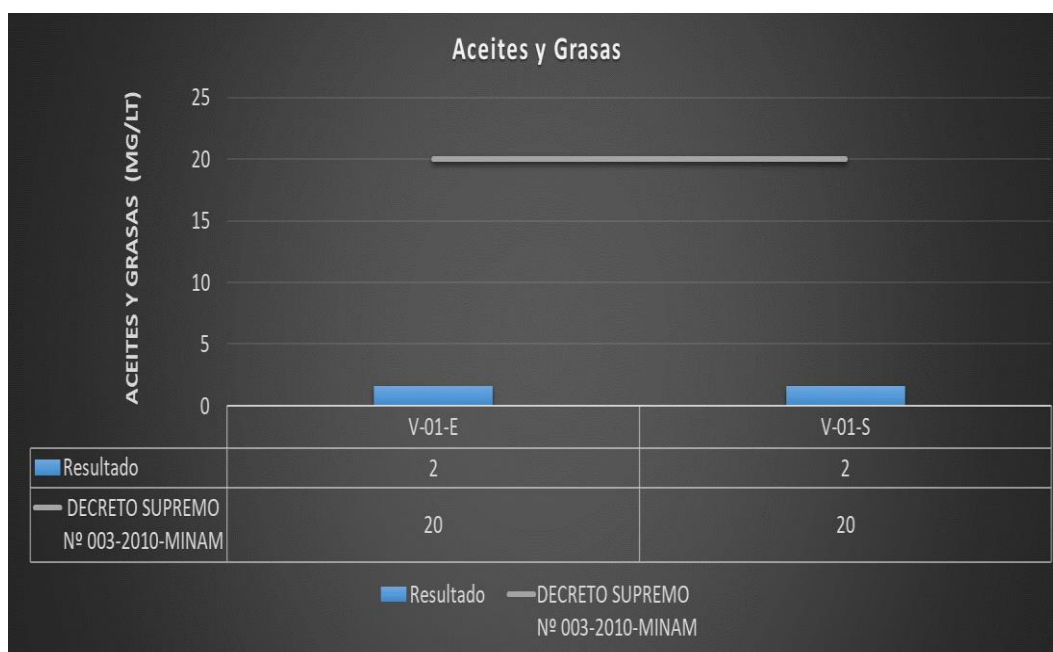


**Fuente:** Propias de la Investigación

#### Interpretación del parámetro Sólidos Suspendidos Totales

Como normativa comparativa tenemos al Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento Residuales Domésticas o Municipales para el caso de los Sólidos Suspendidos Totales (SST) el límite máximo permitido es de 150 mg/L; y en base ello en el grafico N°3 en el punto de monitoreo V-01-E (Ingreso al Biodigestor) se encuentra dentro de los límites máximos permisible teniendo con 64 mg/L, después de tratamiento dentro del Biodigestor las aguas tratadas se monitoreo en el punto de monitoreo V-01-S (Salida del Biodigestor) también se encuentra dentro de los límites máximos permisible teniendo con 29 mg/L por lo que en este parámetro se cumple con el Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM.

### Ilustración 7: Resultado del Parámetro Aceites y Grasas

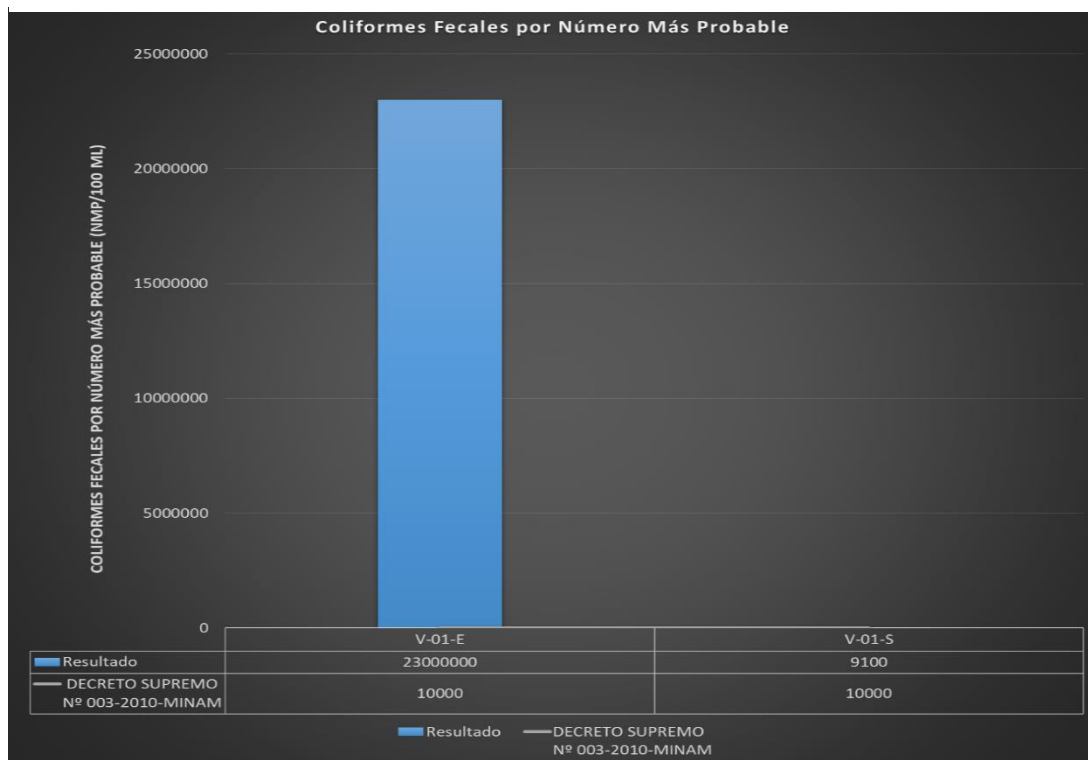


**Fuente:** Propias de la Investigación

#### Interpretación del parámetro Aceites y Grasas

Como normativa comparativa tenemos al Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento Residuales Domésticas o Municipales para el caso de los Aceites y Grasas el límite máximo permitido es de 20 mg/L; y en base ello en el grafico N°4 en el punto de monitoreo V-01-E (Ingreso al Biodigestor) se encuentra por encima de los límites máximos permisible teniendo con 2 mg/L, después de tratamiento dentro del Biodigestor las aguas tratadas se monitoreo en el punto de monitoreo V-01-S (Salida del Biodigestor) se encuentra dentro de los límites máximos permisible teniendo con 2 mg/L por lo que en este parámetro se cumple con el Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM.

**Ilustración 8: Resultado del Parámetro Coliformes Fecales por Número más Probable**



**Fuente:** Propias de la Investigación

### **Interpretación del parámetro Coliformes Fecales por Número más Probable**

Como normativa comparativa tenemos al Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento Residuales Domésticas o Municipales para el caso de los Coliformes Fecales por Número más Probable el límite máximo permitido es de 10,000 NMP/100; y en base ello en el grafico N°5 en el punto de monitoreo V-01-E (Ingreso al Biodigestor) se encuentra por encima de los límites máximos permisible teniendo con 23000000 mg/L, después de tratamiento dentro del Biodigestor las aguas tratadas se monitoreo en el punto de monitoreo V-01-S (Salida del Biodigestor) se encuentra dentro de los límites máximos permisible teniendo con 9100 mg/L por lo que en este parámetro se cumple con el Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM.

### 4.3. PRUEBA DE HIPÓTESIS

La presente investigación finalizada denominada “Implementación de un Biodigestor con Fines de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas de las Viviendas de la Población Racraytingo del Distrito de Ticlacayán de la Provincia de Pasco, 2021”, para recordar nuestra hipótesis planteada es la siguiente:

▪ **Hipótesis General:** Con la implementación de un biodigestor con fines de mejorar la calidad de aguas residuales domésticas de las viviendas de la población Racraytingo del distrito de Ticlacayán de la provincia de Pasco se elevará la calidad de las aguas residuales domésticas.

Analizado los resultados en concordancia con la hipótesis planteada podemos concluir en lo siguiente:

La hipótesis es válida, ya que analizando nuestras hipótesis determinamos que tal como se observa en los Grafico N° 1, N° 2, N° 3, N° 4 y N° 5, los resultados obtenidos de la calidad de aguas residuales domésticas en este caso de los efluentes tratados de las viviendas de la población Racraytingo mejoró con el uso del biodigestor, por lo que se constató en el campo por la investigación realizada de su calidad mencionada.

### 4.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En la investigación “*Implementación de un Biodigestor con Fines de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas de las Viviendas de la Población Racraytingo del Distrito de Ticlacayán de la Provincia de Pasco, 2021*”, podemos resumir en las siguientes conclusiones:

▪ Los parámetros evaluados fueron la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Sólidos Suspendidos Totales (SST),

Aceites y Grasas y Coliformes Fecales por Número más Probable, concluida la instalación y funcionamiento del biodigestor se pudo verificar que la calidad del agua específicamente del efluente mejoro cumpliendo con lo establecido en la Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM límites máximos permisible.

- En campo se puede visualizar la mejora en el vertimiento de las aguas residuales lo cual ayuda a mejorar la negativa que se podía observar anteriormente en la afectación de los factores ambientales como es el suelo y el agua.

- Se puede concluir que el uso del biodigestor permitió resolver necesidades de saneamiento y con ello tratar las Aguas Residuales Domésticas de las Viviendas de la Población Racraytingo del Distrito de Tíclacayán, resolviendo este problema de años que afectaba a los factores ambientales como son el agua y suelo de esta zona.

## CONCLUSIONES

La investigación realizada concluyo con las siguientes:

- i. Antes de la implementación de la presente investigación en la población Racraytingo no se tenía un sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas, producto de ello se evidenciaba la presencia de afectación de factores ambientales como el suelo y agua.
- ii. En la población Racraytingo del distrito de Tíclacayán las aguas residuales domésticas generaban olores nauseabundos que venían afectando la salud de la población, con esta propuesta se tiene un camino de solución a esta problemática.
- iii. Para nuestra investigación los parámetros evaluados fueron la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Sólidos Suspendidos Totales (SST), Aceites y Grasas y Coliformes Fecales por Número más Probable, concluida la instalación y funcionamiento del biodigestor se pudo verificar que la calidad del agua específicamente del efluente mejoro cumpliendo con lo establecido en la Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM límites máximos permisible.
- iv. El caudal de agua generada por la población de Racraytingo del distrito de Tíclacayán llega hasta 4 lt/seg en horarios de uso mayor de agua que es entre las 7:00 a.m a 8:00 a.m.

## **RECOMENDACIONES**

Las recomendaciones propuestas son las siguientes:

1. La presente investigación o propuesta debe servir como modelo para la implementación en los diversos Centros Poblados de la Región de Pasco ya que se adolece de un tratamiento de aguas residuales domesticas que vienen afectando a los diversos factores ambientales principalmente al agua y suelo, por lo que esta propuesta es una alternativa.
2. Los biodigestores son recomendables ya que su sistema de limpieza es ecológico y supera un año de mantenimiento por lo que es recomendable su uso.
3. Difundir la presente investigación a los profesionales y poblaciones interesadas ya que es una buena alternativa para poblaciones con pocos números de habitantes.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Domínguez Ccaicuri y Rojas Leonardo. (2019). Eficacia de los biodigestores autolimpiables en las unidades básicas de saneamiento con arrastre hidráulico (UBS - AH) en el tratamiento de aguas residuales domésticas, Huando 2019. Huancavelica: UNH.

García Galarza, Gabriela Estefanía . (2016). Diseño de un Biodigestor para el mejoramiento de las aguas residuales en la parroquia de Tumbaco ejemplificado en los barrios Tola Chica, Tola Grande y Santa Rosa. Quito: USFQ.

Hernandez Sampieri, R. (2014). Metodología de La Investigacion. McGraw-Hill Companies.

Hidritec (2020). Aguas Residuales Domesticas.

Larios- Meoño, González Taranco y Morales Olivares . (2015). Las aguas residuales y sus consecuencias en el Perú. Lima: USIL.

Ministerio del Ambiente (2017) “Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM .- Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias”.

Ministerio del Ambiente (2010) Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM límites máximos permisibles para plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas.

Rodríguez Pimentel, Héctor (2017). Problemática de la calidad de aguas residuales domésticas.

Rotoplas. (2020). Manual Biodigestores Sistema de tratamiento de aguas residuales. Lima: SYNAPSIS.

Sánchez Góngora, María Antonieta . (2016). Evaluación integral de un biodigestor de aguas residuales domésticas, el problema del suministro de agua y su disposición final. Revista Colombiana de Biotecnología, XVIII, 173-184. 2022, De <https://www.redalyc.org/> Base de datos.

Santillán Cervantes, Williams Gherber . (2009). Desarrollo de un sistema de tratamiento de aguas residuales por aireación extendida como alternativa a la mejora de un sistema de tratamiento existente para la zona industrial de la empresa Volcán Compañía Minera S. A. A. UEA Cerro de Pasco. Lima: UNI.

Sedapar (2019) Tratamiento de aguas residuales domesticas.

Varnero Moreno, María Teresa . (2011). Manual de Biogás. Chile: FAO

## **Páginas de Internet:**

- i. Pimentel, H. R. (2017, 13 de marzo). Las aguas residuales y sus efectos contaminantes. iAgua. extraído de la página web <https://www.iagua.es/blogs/hector-rodriguez-pimentel/aguas-residuales-y-efectos-contaminantes>
  
- ii. Hidritec - Glosario. (s. f.). Hidritec de la página web Plantas de tratamiento de agua. <http://www.hidritec.com/hidritec/faqs>
  
- iii. ¿Qué es el Diseño de Investigación y cómo se realiza? (s. f.). Psicología y Mente. de la página web <https://psicologiaymente.com/miscelanea/disenio-de-investigacion>
  
- iv. StackPath. (s. f.-b). StackPath. de la página web <https://www.sedapar.com.pe/portal-doctor/el-agua/aguas-servidas/>
  
- v. Senamhi. (s. f.). de la página web del Ministerio del Ambiente. <https://www.minam.gob.pe/el-ministerio/organismos-adscritos/senamhi/>

## **ANEXOS**

**ANEXO N° 01**  
**MATRIZ DE CONSISTENCIA**

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES E INDICADORES	INDICADORES
<b>Problema General</b>	<b>Objetivo General</b>	<b>Hipótesis General</b>	<b>Variable Independiente</b>		<b>Dimensiones Independiente:</b>	
¿Cómo mejorará la calidad de aguas residuales domésticas con la implementación de un biodigestor en las viviendas de la población Racraytingo del distrito de Ticlacayán de la provincia de Pasco?	Evaluar si mejorará la calidad de agua residual doméstica con la implementación de un biodigestor en las viviendas de la población Racraytingo del distrito de Ticlacayán de la provincia de Pasco.	Con la implementación de un biodigestor en las viviendas de la población Racraytingo del distrito de Ticlacayán de la provincia de Pasco se elevará la calidad de las aguas residuales domésticas.			· Implementación de un biodigestor con fines de mejorar la calidad de aguas residuales.	
<b>Problemas Específicos</b>	<b>Objetivos específicos</b>	<b>Hipótesis Especificas</b>		<b>Hidritec (2020)</b> “Es un sistema de depuración biológica de aguas residuales, en donde la oxidación se produce al hacer circular, a través de un medio de soporte (filtro percolador), aire y agua residual. La circulación del aire se realiza de forma natural, por efecto de la diferencia de temperaturas del aire y el agua. Al calentarse o enfriarse el aire dentro del lecho produce una variación de densidad, provocando la circulación del aire”		
a. ¿Cuál es el caudal de aguas residuales generado por la población Racraytingo del distrito de Ticlacayán de la provincia de Pasco, 2021?	a. Determinar el caudal de aguas residuales generado por la población Racraytingo del distrito de Ticlacayán de la provincia de Pasco, 2021.	a. El caudal de las aguas residuales generado por la población Racraytingo del distrito de Ticlacayán de la provincia de Pasco superará los 0.5 lt/seg.	Implementación de un biodigestor			
b. ¿Qué factores ambientales están siendo afectados por las aguas residuales domésticas, que son vertidas sin tratamiento en la población Racraytingo del distrito de Ticlacayán de la provincia de Pasco, 2021?	b. Evaluar los factores ambientales que está siendo afectados por las aguas residuales domésticas que son vertidas sin tratamiento en la población Racraytingo del distrito de Ticlacayán de la provincia de Pasco, 2021.	b. Los factores ambientales están siendo afectados por las aguas residuales domésticas que son vertidas sin tratamiento en la población Racraytingo del distrito de Ticlacayán de la provincia de Pasco son al agua y al suelo.				Concentración de coliformes fecales Concentración de cloro residual
			<b>Variable Dependiente</b>		<b>Dimensiones Dependiente:</b>	
			Mejora de la calidad de agua	<b>Hidritec (2020)</b> “Es un compuesto químico formado por dos partes de hidrógeno y una parte de oxígeno, en volumen. Puede tener en solución o en suspensión a otros materiales sólidos, líquidos o gaseosos. Su fórmula es H <sub>2</sub> O”	· Mejorar la calidad de aguas residuales domésticas de las viviendas en la población Racraytingo del distrito de Ticlacayán de la provincia de Pasco	

**ANEXO N° 02**  
**IMÁGENES DEL ESTUDIO REALIZADO**

## UBICACIÓN DEL LUGAR DE INVESTIGACIÓN





## UBICACIÓN DEL LOS PUNTOS DE MONITOREO







## INSTALACIÓN DE LOS BIODIGESTORES









## CONSTRUCCIÓN DE POZO PERCOLADOR



## CONSTRUCCIÓN DE LA CAJA DE LODOS







**SEGURIDAD DE LOS ELEMENTOS DEL UBS**





## MONITOREO DE LA CALIDAD DE EFLUENTES









**CAPACITACIÓN A LA POBLACIÓN SOBRE EL FUNCIONAMIENTO Y  
MANTENIMIENTO DEL BIDIGESTOR**











**ANEXO N° 02**  
**INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

**FICHA: DETERMINACIÓN DE CAUDAL DE AGUAS RESIDUALES  
DOMÉSTICAS**

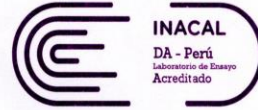
DETERMINACIÓN DE CAUDAL DE AGUAS RESIDUALES:										
NÚMERO DE VIVIENDA:		1								
FAMILIA:		CORNEJO VILLOGAS								
NÚMERO DE HABITANTES:		5								
UBICACIÓN:		ESTE:	373041				NORTE:	8828614		
HORARIO DE MEDICIÓN:	Volumen (V) en Litros	FECHA DE MEDICIÓN:						Promedio de Tiempos P(t) en Segundos	Caudal(Q) en Litros/Segundo	
		14/03/2022		16/03/2022		18/03/2022				
06:30:00	4	t(1)=	1.14	t(1)=	1.15	t(1)=	1.15	1.146666667	3.488372093	
07:30:00	4	t(2)=	1.20	t(2)=	0.59	t(2)=	1.15	0.98	4.081632653	
12:30:00	4	t(3)=	1.25	t(3)=	1.23	t(3)=	1.24	1.24	3.225806452	
15:00:00	4	t(4)=	2.00	t(4)=	1.59	t(4)=	1.58	1.723333333	2.321083172	
<b>COMENTARIOS:</b>										
El caudal de agua generada por la población de Racraytingo del distrito de Ticlacayán llega hasta 4 lt/seg en horarios de uso mayor de agua que es entre las 7: 00 a.m a 8: 00 a.m.										

**DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS**

**INFORME DE ENSAYO:**



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA  
CON REGISTRO N° LE-103



LABORATORIO DE ENSAYO R-LAB S.A.C.

Registro N° LE-103

## INFORME DE ENSAYO N° 2111018A

Cliente	: THALIA ESTEFANY GARCIA ARZAPALO
Dirección del Cliente	: JR. ANCASH NRO. 137 CHAUPIMARCA - PASCO - PASCO
Usuario	:
Lugar de Muestreo	: RACRAYTINGO / TICLACAYAN / PASCO
Tipo de Matriz y/o Producto	: AGUA RESIDUAL DOMESTICA
Muestreo Realizado por	: THALIA ESTEFANY GARCIA ARZAPALO
Procedimiento de Muestreo	: NO APLICA
Referencia al Plan de Muestreo	: NO APLICA
Número de Muestras	: 2
Fecha de Recepción	: 23 -03 -2022
Fecha de Inicio y Término de Ensayo	: 23 -03 -2022 al 28 -03 -2022

\*Este laboratorio está acreditado de acuerdo con la norma internacional reconocida ISO / IEC 17025. Esta acreditación demuestra la competencia técnica para un alcance definido y el funcionamiento de un sistema de gestión de calidad de laboratorio\*.

Fecha de emisión: : 30 -03 -2022

  
Victor Erick Caso Cueva  
JEFE RTM  
CIP: 112971

El presente informe de ensayo no podrá ser reproducido parcialmente, excepto en su totalidad y con la aprobación escrita de R-LAB S.A.C.  
Los resultados solo corresponden a las muestras sometidas a los ensayos, no pudiendo extenderse a ninguna otra unidad que no haya sido analizado.  
Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.  
Toda corrección o enmienda física al presente informe de ensayo será emitido en un nuevo documento y con la declaración "Modificación al Informe de Ensayo"  
Asoc. de Vivienda Cruz de Motupe, MZ. B, Lote 04 - Villa el Salvador, Lima - Perú / Telf.: +51 677 6533 / Móviles: 972 733 385 / 913 012 298  
Correo: rlaboratorio1@gmail.com / Visítenos en www.rlabsac.com



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA  
CON REGISTRO N° LE-103



LABORATORIO DE ENSAYO R-LAB S.A.C.

Registro N° LE-103

## INFORME DE ENSAYO N° 2111018A

Norma de Referencia			
Tipo de Ensayo	Código	Título	Año de Versión o Edición
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA/WWA-WEF Part. 5210 B 23rd Ed.	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test	2017
Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA- AWWA-WEF Part 5220D, 23rd Ed.	Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method	2017
Sólidos Suspendedos Totales	SMEWW-APHA- AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd Ed.	Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105°C	2017
Aceites y Grasas	EPA 821-R-10-001 Method 1664 Revision B.	N-Hexane Extractable Material (HEM; Oil and Grease) and Silica Gel Treated N-Hexane Extractable material (SGT – HEM; Non-polar Material) by Extraction and Gravimetry	2010
Coliformes Fecales por Número más probable (NMP)	SMEWW-APHA- AWWA-WEF Part 9221 E-1, 23rd Ed.	Multiple –Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Thermotolerant (Fecal) Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium)	2017

(1) Datos proporcionados por el cliente

Identificación de la Muestra	Potencial de Hidrógeno (pH)	Temperatura (°C)
	8,3	13,9
	7,8	14,1

Fin del documento

El presente informe de ensayo no podrá ser reproducido parcialmente, excepto en su totalidad y con la aprobación escrita de R-LAB S.A.C.  
Los resultados solo corresponden a las muestras sometidas a los ensayos, no pudiendo extenderse a ninguna otra unidad que no haya sido analizado.  
Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.  
Toda corrección o enmienda física al presente informe de ensayo será emitido en un nuevo documento y con la declaración "Modificación al Informe de Ensayo"  
Asoc. de Vivienda Cruz de Motupe, MZ. B, Lote 04 - Villa el Salvador, Lima - Perú / Telf.: +51 677 6533 / Móviles: 972 733 385 / 913 012 298  
Correo: rlaboratorio1@gmail.com / Visitenos en www.rlabsac.com





LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA  
CON REGISTRO N° LE-103



Registro N° LE -103

LABORATORIO DE ENSAYO R-LAB S.A.C.

## INFORME DE ENSAYO N° 2111018A

Código de Laboratorio		2111018A-01	2111018A-02			
Identificación de la Muestra		V-01-E	V-01-S			
<sup>(1)</sup> Descripción del Punto de Muestreo		Ingreso UBS	Salida UBS			
<sup>(1)</sup> Fecha y hora de muestreo		22/03/2022 13:50	22/03/2022 14:30			
<sup>(1)</sup> Ubicación Geográfica (WGS-84)		N: 8828614 E: 373041	N: 8828624 E: 373037			
Tipo de Matriz y/o Producto		AGUA RESIDUAL DOMESTICA				
Tipo de Ensayo	Unidad	L.D.M.	L.C.M.	Resultados		
(D)	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	0,1	0,4	123,8	34,4
					Incertidumbre de la Medición ±	9,6
(D)	Demanda Química de Oxígeno	mg/L	1,2	5,0	265,3	73,2
					Incertidumbre de la Medición ±	26,7
(D)	Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	2	6	64	29
					Incertidumbre de la Medición ±	5
(D)	Aceites y Grasas	mg/L	1,6	5,0	<1,6	<1,6
					Incertidumbre de la Medición ±	N/A
(Q)	Coliformes Fecales por Número más probable (NMP)	NMP/ 100mL	1,8	-	23x10 <sup>6</sup>	91x10 <sup>2</sup>
					Incertidumbre de la Medición ±	N/A

**Nota:**

Condición y estado de la Muestra (s) Ensayada (s): Las muestras llegaron refrigeradas y preservadas al laboratorio.

La (s) muestra(s) llegaron en frasco de polietileno, vidrio ámbar y esterilizado.

La (s) muestra(s) se mantendrán guardadas en condiciones controladas por un periodo de 10 días calendario luego que haya sido entregado el Informe de Ensayo a excepción de las muestras perecibles.

L.C.M: Límite de cuantificación del método, L.D.M: Límite de detección del método.

El informe de control de calidad será proporcionado a solicitud del cliente.

N/A: No Aplica, por ser resultados menores al límite de detección, por ser ensayo semicuantitativo.

Los resultados de ensayos se aplican a las muestras como se recibió, habiendo sido suministradas por el cliente.

(1) Datos proporcionados por el cliente.

(D) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que han sido acreditados por el INACAL-DA.

(Q) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que han sido acreditados por el IAS.

El presente informe de ensayo no podrá ser reproducido parcialmente, excepto en su totalidad y con la aprobación escrita de R-LAB S.A.C.

Los resultados solo corresponden a las muestras sometidas a los ensayos, no pudiendo extenderse a ninguna otra unidad que no haya sido analizado.

Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Toda corrección o enmienda física al presente informe de ensayo será emitido en un nuevo documento y con la declaración "Modificación al Informe de Ensayo"

Asoc. de Vivienda Cruz de Motupe, MZ. B, Lote 04 - Villa el Salvador, Lima - Perú / Telf.: +51 677 6533 / Móviles: 972 733 385 / 913 012 298

Correo: rlaboratorio1@gmail.com / Visitenos en www.rlabsac.com

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFQA-0043-2021

Expediente : 00238

Página 1 de 2

Fecha de emisión : 2021-05-17

- 1 Solicitante** : GRUPO URBAN DREAM INGENIERIA Y ARQUITECTURA SOSTENIBLE S.A.C.
- Dirección** : Av. San Carlos N° 2106 - Huancayo - Junín
- 2 Instrumento calibrado** : **MULTIPARÁMETRO (Sonda pH)**
- Marca : EZODO
  - Modelo : PL-700AL
  - Número de serie : 090541
  - Serie del electrodo : NO INDICA
  - Identificación : NO INDICA
  - Procedencia : TAIWAN
  - Intervalo de medida : -2,0 a 16,0 pH
  - Resolución : 0,01 pH
- 3 Lugar de calibración** : Laboratorio de Físicoquímica de ALAB
- 4 Fecha de calibración** : 2021-05-13
- 5 Método de calibración** :  
La calibración se realizó por comparación con material de referencia certificado según el procedimiento PC-020 "Procedimiento para la calibración de medidores de pH". Segunda Edición, 2017. INACAL.

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

ALAB EIRL no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ALAB E.I.R.L.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de ALAB E.I.R.L.

**6. Trazabilidad :**

Se utilizó las soluciones tampones patrones de pH:

pH	N° Lote	Certificado de Análisis	Incertidumbres (pH)
4,01	CC655433	4280-10976852	0,011
6,99	CC631810	4281-10578064	0,011
10,01	CC632041	4282-10582508	0,011

y un termómetro patrón de código PTT-002, con Certificado de Calibración N° LT-091-2020



Oscar F. Vivanco Valerio  
Jefe de Laboratorio de Metrología

V-01-E

Av. Guardia Chalaca N° 1877 Bellavista - Callao  
Telf. 01-717 5802 / 01-7175803 / Cel. 961768828  
www.alab.com.pe

V-01-S



**7. Condiciones de calibración**

	Inicial	Final
Temperatura Ambiental :	25,3 °C	25,4 °C
Humedad Relativa :	62,0 % H.R.	61,0 % H.R.

**8. Resultados**

INDICACIÓN DEL PHMETRO (pH)	SOLUCIÓN TAMPÓN (BUFFER) PATRÓN (pH)	ERROR (pH)	INCERTIDUMBRE (pH)
4,01	4,008	0,002	0,015
7,00	6,994	0,006	0,015
10,01	10,013	-0,003	0,015

- Valor de la solución tampón patrón = Indicación del pHmetro - Error
- Los resultados son emitidos para la temperatura de referencia de 25 °C
- La incertidumbre de la medición se da con un nivel de confianza aproximado del 95 % con un factor de cobertura  $k = 2$ .

**9. Observaciones**

- Antes del ajuste las lecturas del equipo para los patrones 4,008 pH ; 6,994 pH y 10,013 pH fueron 3,95 pH ; 7,03 pH y 9,96 pH respectivamente .
- Después del ajuste las lecturas del equipo para los patrones 4,008 pH ; 6,994 pH y 10,013 pH fueron 4,01 pH ; 7,00 pH y 10,00 pH respectivamente .
- Se colocó una etiqueta autoadhesiva en el instrumento con la indicación "CALIBRADO".

(FIN DEL DOCUMENTO)

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LTA-0034-2021**

Expediente : 00238

Página 1 de 2

Fecha de emisión : 2021-05-19

1. **Solicitante** : GRUPO URBAN DREAM INGENIERIA Y ARQUITECTURA  
SOSTENIBLE S.A.C.**Dirección** : Av. San Carlos N° 2106 - Huancayo - Junín2. **Instrumento calibrado** : **MULTIPARÁMETRO**  
(TERMÓMETRO CON INDICACIÓN DIGITAL)**Marca** : EZODO**Modelo** : PL-700AL**N° de serie** : 090541**Código** : No indica**Alcance** : 0 °C a 110 °C**Resolución** : 0,1 °C**Procedencia** : TAIWAN**Tipo de Sensor** : Termistor3. **Lugar de calibración** : En el laboratorio de temperatura de ALAB EIRL4. **Fecha de calibración** : 2021-05-145. **Método de calibración** :

La calibración se realizó por comparación directa siguiendo el PC-017 "Procedimiento para la Calibración de Termómetros Digitales". Segunda Edición. 2012. INDECOPI

6. **Trazabilidad** :

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL - DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP)

Código	Descripción	Certificado de calibración
PTT-005	Termómetro Digital de incertidumbre 0,039 C a 0,073 C	TE-1072-2020 / LO JUSTO S.A.C.
PTT-002	Termómetro Digital de incertidumbre 0,022 C a 0,034 C	LT-091-2020 / INACAL-DM

Los resultados presentados corresponden sólo al ítem calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

El certificado de calibración es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Sin perjuicio de lo señalado, dicho uso puede configurar por sus efectos una infracción a las normas de protección al consumidor y las que regulan la libre competencia.

Al usuario le corresponde disponer en su momento la ejecución de una nueva calibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

ALAB E.I.R.L. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización expresa por escrito de ALAB E.I.R.L.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de ALAB E.I.R.L.

**Oscar F. Vivanco Valejio**  
Jefe de Laboratorio de Metrología

## Certificado de calibración N° LTA-0034-2021

Página 2 de 2

**7. Condiciones de Calibración :**

Tiempo de estabilización : 15 min

Profundidad de inmersión : 7 cm

Temperatura ambiental Inicial : 24,6 °C Final : 24,9 °C

Humedad relativa Inicial : 63,0 % Final : 65,0 %

**8. Resultados de la Calibración :**

Indicación del termómetro °C	Temperatura convencionalmente verdadera °C	Corrección °C	Incertidumbre °C
15,2	14,93	-0,27	0,12
25,2	25,05	-0,15	0,12
30,0	29,96	-0,04	0,12

La temperatura convencionalmente verdadera (TCV) resulta de la relación:  
 $TCV = \text{Indicación del termómetro} + \text{corrección}$

**9. Observaciones :**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".
- Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
- La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k = 2$  que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de
- (\*) El sensor de temperatura forma parte del multiparámetro.

FIN DEL DOCUMENTO




## UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

### FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y nombres del informante: Soto Inocente Cristian Fernando
- 1.2. Grado académico: Ingeniero Ambiental
- 1.3. Cargo e institución donde labora: Supervisor Ambiental en ALS LS Peru S.A.C
- 1.4. Título de investigación: "Implementación de un Biodigestor con Fines de Mejorar la Calidad de Aguas Residuales Domésticas de las Viviendas en la Población Racraytingo del Distrito de Ticlacayán de la Provincia de Pasco, 2021"
- 1.5. Autor del Instrumento: García Arzapalo Thalia Estefany
- 1.6. Nombre de Instrumento:  
Determinación del caudal de aguas residuales domésticas (Q)  
Determinación de la calidad de aguas residuales domésticas

#### II. ASPECTOS DE EVALUACIÓN:

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20 %	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy Buena 61-80%	Excelente 81- 100 %
CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado y formulas exactas.				X	
OBJETIVIDAD	Cumple su fin de calcular el (Q) y determinar la calidad de aguas residuales domésticas					X
ACTUALIDAD	Usa instrumentos y métodos actuales					x
ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica				X	
SUFICIENCIA	Comprende a los aspectos de cantidad y calidad				X	
INTENCIONALIDAD	Es adecuado para poder determinar los aspectos del estudio				X	
CONSISTENCIA	Basados en aspectos teóricos-científicos				X	
COHERENCIA	Lleva relación cada aspecto de la tabla					X
METODOLOGIA	La estrategia responde al propósito de la investigación				X	
OPORTUNIDAD	Genera nuevas pautas en la investigación y construcción de teorías.				X	
<b>III. PROMEDIO DE VALIDACIÓN:</b>						
<b>IV. OPINION DE APLICACIÓN:</b> -Instrumento adecuado para realizar la medición de caudal y determinación de la calidad de aguas residuales domésticas						
Cerro de Pasco, noviembre del 2022	77227723	 CRISTIAN E. SOTO INOCENTE ING. AMBIENTAL CIP. 230882			901 945 176	
Lugar y Fecha	N° DNI	Firma del Experto			N° Celular	



## UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

### FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

- I. DATOS GENERALES
- 1.1. Apellidos y nombres del informante: Jimenez Inza Jhan Carlos
  - 1.2. Grado académico: Ingeniero Ambiental
  - 1.3. Cargo e institución donde labora: Especialista ambiental en el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - Pasco
  - 1.4. Título de investigación: "Implementación de un Biodigestor con Fines de Mejorar la Calidad de Aguas Residuales Domésticas de las Viviendas en la Población Racraytingo del Distrito de Ticlacayán de la Provincia de Pasco, 2021"
  - 1.5. Autor del Instrumento: García Arzapalo Thalia Estefany
  - 1.6. Nombre de Instrumento:  
Determinación del caudal de aguas residuales domésticas (Q)  
Determinación de la calidad de aguas residuales domésticas


II. ASPECTOS DE EVALUACIÓN:

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20 %	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy Buena 61-80%	Excelente 81- 100 %
CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado y formulas exactas.				X	
OBJETIVIDAD	Cumple su fin de calcular el (Q) y determinar la calidad de aguas residuales domésticas					X
ACTUALIDAD	Usa instrumentos y métodos actuales					x
ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica				X	
SUFICIENCIA	Comprende a los aspectos de cantidad y calidad					x
INTENCIONALIDAD	Es adecuado para poder determinar los aspectos del estudio					x
CONSISTENCIA	Basados en aspectos teóricos-científicos				X	
COHERENCIA	Lleva relación cada aspecto de la tabla				x	
METODOLOGIA	La estrategia responde al propósito de la investigación				X	
OPORTUNIDAD	Genera nuevas pautas en la investigación y construcción de teorías.				X	

III. PROMEDIO DE VALIDACIÓN:

IV. OPINION DE APLICACIÓN:

-Instrumento adecuado para realizar la medición de caudal y determinación de la calidad de aguas residuales domésticas

Cerro de Pasco, noviembre del 2022	71602457		961524878
Lugar y Fecha	N° DNI	Firma del Experto	N° Celular





UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y nombres del informante: Robles Alvino Brigid Keittlyn
- 1.2. Grado académico: Ingeniera Ambiental
- 1.3. Cargo e institución donde labora: Especialista Ambiental
- 1.4. Título de investigación: "Implementación de un Biodigestor con Fines de Mejorar la Calidad de Aguas Residuales Domésticas de las Viviendas de la Población Racraytingo del Distrito de Ticlacayán de la Provincia de Pasco, 2021"
- 1.5. Autor del Instrumento: Garcia Arzapalo Thalia Estefany
- 1.6. Nombre de Instrumento:  
Determinación del caudal de aguas residuales domésticas (Q)  
Determinación de la calidad de aguas residuales domésticas

II. ASPECTOS DE EVALUACIÓN:

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20 %	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy Buena 61-80%	Excelente 81- 100 %
CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado y formulas exactas.				X	
OBJETIVIDAD	Cumple su fin de calcular el (Q) y determinar la calidad de aguas residuales domésticas					X
ACTUALIDAD	Usa instrumentos y métodos actuales				x	
ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica				X	
SUFICIENCIA	Comprende a los aspectos de cantidad y calidad					x
INTENCIONALIDAD	Es adecuado para poder determinar los aspectos del estudio				x	
CONSISTENCIA	Basados en aspectos teóricos-científicos				X	
COHERENCIA	Lleva relación cada aspecto de la tabla					x
METODOLOGIA	La estrategia responde al propósito de la investigación				X	
OPORTUNIDAD	Genera nuevas pautas en la investigación y construcción de teorías.				X	

III. PROMEDIO DE VALIDACIÓN:

IV. OPINION DE APLICACIÓN:

-Instrumento adecuado para realizar la medición de caudal y determinación de la calidad de aguas residuales domésticas

Cerro de Pasco, noviembre del 2022	70766414	 <b>Ing. Brigid Robles Alvino</b> CIP. 250519 Especialista Ambiental	939383820
Lugar y Fecha	N° DNI	Firma del Experto	N° Celular

# Certificado



**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad  
Acreditación

La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad – INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, OTORGA el presente certificado de Renovación de la Acreditación a:

## **R-LAB S.A.C.**

### **Laboratorio de Ensayo**

En su sede ubicada en: Asoc. De Vivienda Cruz de Motupe, MZ. B, Lt.04, distrito de Villa el Salvador, provincia de Lima y departamento de Lima.

### **Con base en la norma**

### **NTP-ISO/IEC 17025:2017 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración**

Facultándolo a emitir Informes de Ensayo con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-06P-21F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número del registro indicado líneas abajo.

Fecha de Renovación: 18 de febrero de 2020

Fecha de Vencimiento: 17 de febrero de 2024

**ESTELA CONTRERAS JUGO**  
Directora, Dirección de Acreditación - INACAL

Cédula N° : 099-2020-INACAL/DA  
Contrato N° : 006-2020/INACAL-DA  
Registro N° : LE - 103

Fecha de emisión: 27 de febrero de 2020

*El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y cédula de notificación dado que el alcance puede estar sujeto a ampliaciones, reducciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe confirmarse en la página web [www.inacal.gob.pe/acreditacion/categoria/acreditados](http://www.inacal.gob.pe/acreditacion/categoria/acreditados) al momento de hacer uso del presente certificado.*

*La Dirección de Acreditación del INACAL es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Multilateral (MLA) del Inter American Accreditation Cooperation (IAAC) e International Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).*

DA-acr-01P-02M Ver.02