

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**“PROPUESTA TÉCNICA DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO  
SANITARIO EMPLEANDO BIODIGESTORES, EN EL ANEXO DE HIGUERANI,  
DISTRITO DE PACHÍA, PROVINCIA DE TACNA, DEPARTAMENTO DE TACNA”**

**PARA OPTAR:**

**TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. NELY ARRATIA ONOFRE**

**Bach. WILLIAMS FRANS PACOMPIA BELIZARIO**

**TACNA – PERÚ**

**2022**

# **UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA**

### **ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

#### **TESIS**

#### **“PROPUESTA TÉCNICA DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO EMPLEANDO BIODIGESTORES, EN EL ANEXO DE HIGUERANI, DISTRITO DE PACHÍA, PROVINCIA DE TACNA, DEPARTAMENTO DE TACNA”**

**Tesis sustentada y aprobada el 17 de Junio del 2022; estando el jurado  
calificador integrado por:**

**PRESIDENTE: Mtro. EDGAR HIPÓLITO CHAPARRO QUISPE**

**SECRETARIO: Mtro. ULIANOV FARFÁN KEHUARUCHO**

**VOCAL: Mtro. SANTOS TITO GÓMEZ CHOQUEJAHUA**

**ASESOR: Mtro. JIMMI YURY SILVA CHARAJA**

## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Nosotros, *Nely Arratia Onofre*, identificada con DNI 71659184 y *Williams Frans Pacompia Belizario*, identificada con DNI 47279770: en calidad de: Bachilleres de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, Declaramos bajo juramento que:

1. Somos autores de la tesis titulada: *“Propuesta Técnica del diseño del Sistema de Alcantarillado Sanitario empleando Biodigestores, en el Anexo de Higuera, Distrito de Pachía, Provincia de Tacna, Departamento de Tacna”* el mismo que se presenta para optar: *El título profesional de Ingeniero Civil*
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para lo cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para sus fuentes consultadas.
3. La tesis presentada no atenta contra derecho de terceros.
4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumimos frente a *la universidad* cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra presentada. En consecuencia, nos hacemos responsables frente a La Universidad y a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontrase causa en el contenido de la tesis.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumimos las consecuencias y sanciones que de nuestra acción se derive, sometiéndonos a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Tacna.

Tacna, 17 de junio de 2022.



---

Bach. Arratia Onofre, Nely

DNI: 7159184



---

Bach. Pacompia Belizario, Williams Frans

DNI: 47279770

## DEDICATORIA

*A Dios, porque me forjó en el camino, por haberme brindado el conocimiento intelectual y fuerza, para elaborar esta tesis de investigación.*

*A mis padres ya que, gracias a su esfuerzo, empeño y a su trabajo soy toda una profesional, los cuales me inculcaron de valores y a ser siempre una persona humilde. A mis tíos Carmen Rosa y Orlando por todo el apoyo brindado. A mi ángel Hanna que estuvo para ser mi puesta a tierra y llenar de momentos felices mis días.*

**Bach. Nely Arratia Onofre**

## **AGRADECIMIENTO**

*A Dios por darnos la vida, salud e inteligencia que nos permitieron llegar a la meta de culminar esta etapa, por guiarnos y darnos la sabiduría ante cualquier adversidad.*

*A la Universidad Privada de Tacna, A la Facultad de Ingeniería, A la Escuela Profesional de Ingeniería Civil y a cada uno de los docentes que nos impartieron sus enseñanzas y experiencias para ser de base y desarrollo profesional durante el paso por esta Casa de Estudios.*

## ÍNDICE GENERAL

PAGINA DEL JURADO.....	ii
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD .....	iii
DEDICATORIA .....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
ÍNDICE GENERAL .....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE ANEXOS.....	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT .....	xii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	2
1.1. Descripción del Problema.....	2
1.2. Formulación del Problema .....	5
1.3. Justificación e importancia.....	5
1.4. Objetivos .....	6
1.4.1. Objetivo general .....	6
1.4.2. Objetivos específicos .....	6
1.5. Hipótesis.....	7
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....	8
2.1. Antecedentes del estudio .....	8
2.2. Bases teóricas .....	17
2.3. Definición de términos .....	31
CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO .....	34
3.1. Tipo y Nivel de la investigación.....	34

3.2. Población y muestra de estudio .....	34
3.3. Operacionalización de variables .....	35
3.4. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos.....	36
3.5. Procesamiento y análisis de datos.....	39
3.5.1. Información Básica.....	39
3.5.2. Reconocimiento de las instalaciones del Pueblo del Anexo de Higuerani .....	43
3.5.3. Alternativas y descripción de la propuesta seleccionada para la Red de Alcantarillado.....	43
3.5.4. Estudios Básicos .....	45
3.5.5. Cálculo Hidráulico- Parámetros de Diseño para Alcantarillado .....	58
CAPÍTULO IV: RESULTADOS .....	77
4.1. Estudio de Mecánica de Suelos.....	77
4.2. Diseño del Sistema de alcantarillado .....	84
a) Buzones .....	91
b) Redes colectoras.....	92
4.3. Implementación del Tanque Biodigestor .....	94
a) Caja de Registro de lodos .....	96
b) Pozo de Absorción .....	96
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN.....	98
CONCLUSIONES.....	99
RECOMENDACIONES.....	100
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	102
ANEXOS .....	104

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de Variables .....	35
Tabla 2. Área total que encierra el Perímetro Territorial de la C.C. de Higuerani .....	41
Tabla 3. Vías de Acceso a Higuerani .....	42
Tabla 4. Cuadro de Calicatas.....	50
Tabla 5. Cobertura del Servicio de Agua Potable por Localidad.....	60
Tabla 6. Población Inicial del Proyecto.....	60
Tabla 7. Población Censada y Tasa de Crecimiento Promedio Anual de las 20 Provincias más Pobladas- 1981,1993,2007 y 2017.....	62
Tabla 8. Población Futura .....	63
Tabla 9. Dotación según Tipo de Opción Tecnológica .....	64
Tabla 10. Caudal Unitario de Consumo.....	67
Tabla 11. Resumen de Caudales .....	67
Tabla 12. Caudal Unitario de Consumo No Doméstico .....	68
Tabla 13. Total de Buzones .....	70
Tabla 14. Dimensiones de Caja de Registro de Lodos por Rotoplast.....	72
Tabla 15. Peso Unitario Húmedo (Densidad in Situ) .....	77
Tabla 16. Registro de descenso de agua para Tasa de Infiltración .....	78
Tabla 17. Ensayo de Contenido de Humedad Natural en C-1 .....	83
Tabla 18. Ensayo de Contenido de Humedad Natural de C-2.....	84
Tabla 19. Modelamiento Hidráulico de la Red de Desagüe de los Buzones, 2021 .....	91
Tabla 20. Modelamiento Hidráulico de las Redes Colectoras.....	93
Tabla 21. Dimensión Propuesta del Biodigestor.....	94

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Biodigestor Autolimpiable Fabricado de Polietileno .....	22
Figura 2. Componentes del Biodigestor .....	24
Figura 3. Ubicación del Distrito de Pachía.....	39
Figura 4. Vista Satelital del Pueblo del Anexo de Higuerani .....	40
Figura 5. Toma de Punto de la Red inicial de alcantarillado .....	45
Figura 6. Toma de Punto de la Ubicación del Biodigestor .....	46
Figura 7. Replanteo de pasajes y calles del Pueblo de Higuerani .....	46
Figura 8. Replanteo de Predios del Pueblo de Higuerani (Toma 2).....	47
Figura 9. Plano de Ubicación y Lotización de la Zona en Estudio .....	48
Figura 10. Plano de Curvas de Nivel de la Zona en Estudio.....	49
Figura 11. Excavación de Calicata C-1, punto de descarga de la red inicial de la red.....	51
Figura 12. Calicata C-2, Ubicación del Biodigestor .....	52
Figura 13. Ensayo de Granulometría, Agregado Fino C-2.....	54
Figura 14. Ensayo de Granulometría por Tamizado C-1 .....	54
Figura 15. Enrase de la pasta en la Copa Casagrande .....	56
Figura 16. Ensayo de Contenido de Humedad C-1 y C-2.....	57
Figura 20. Plan de Análisis para la elaboración de Tesis .....	76
Figura 21. Granulometría de la Calicata C-1, Red inicial.....	79
Figura 22. Ensayo de Granulometría Calicata C-2, Ubicación del Biodigestor .....	80
Figura 23. Ensayo de Límites de Consistencia Calicata C-1 .....	81
Figura 24. Límites de Consistencia Calicata C-2.....	82
Figura 25. Simulación en SewerCAD de la Red de Alcantarillado .....	90
Figura 26. Propuesta de unidad básica de saneamiento.....	95
Figura 27. Vista en planta de los biodigestores y el pozo de absorción.....	97

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Matriz de Consistencia .....	104
Anexo 2. Plano de Red Proyectada .....	106
Anexo 3. Plano de Detalles del Sistema de Alcantarillado Sanitario.....	107
Anexo 4. Plano de Detalles de Unidad Básica de Saneamiento y Biodigestor .....	108
Anexo 5. Ficha Técnica del Biodigestor Rotoplast .....	109

## RESUMEN

El presente proyecto, inicia en un sistema básico de saneamiento y su objetivo general es implementar la *“Propuesta técnica del Diseño de Alcantarillado Sanitario Empleando Biodigestores, en el Anexo de Higuera, Distrito de Pachia, Provincia de Tacna, Departamento de Tacna”*, que tenga acceso a cubrir sus necesidades básicas y el tratamiento de excretas para una mejor vivencia en la zona, para lo cual se procedió a realizar un diseño no experimental, descriptiva. Para lograr este objetivo, se implementó el plan de análisis en la cual hace referencias a las encuestas, levantamiento topográfico, el estudio de mecánica de suelos, revisión de documentos facilitados por la directiva del anexo de Higuera y documentos de proyectos similares, el trabajo en gabinete para el procesamiento de datos de campo y la generación de planos, diseño del sistema de redes de alcantarillado y cálculo hidráulico según los parámetros de diseño haciendo uso del programa SewerCAD, programa AutoCAD Civil3D, las tablas de Microsoft Excel respectivamente y la implementación del Tanque Biodigestor de acuerdo con los parámetros de diseño, que actualmente es muy utilizado para las zonas rurales ya que es fácil de usar y mantener. Finalmente, esta propuesta técnica contiene al 100% de la población con proyección futura de 20 años, UBS (área de inodoro, lavabo y ducha) por vivienda y redes de desagüe con tuberías de 8”, 21 buzones de concreto, diseño de tres tanques biodigestores de 7 m<sup>3</sup> y un pozo de absorción de 21,51 m<sup>3</sup>.

**Palabras claves:** Alcantarillado, Redes Colectoras, Cálculo Hidráulico, Buzones de Inspección, Tanque Biodigestor

## ABSTRACT

This project starts with a basic sanitation system and its general objective is to implement the "Technical Proposal for the Design of a Sanitary Sewerage system using Biodigestors in the Higuerañi Annex, District of Pachia, Province of Tacna, Department of Tacna", which has access to meet their basic needs and treatment of excreta for a better living in the area, for which we proceeded to perform a non-experimental, descriptive design. To achieve this objective, the analysis plan was implemented in which references were made to surveys, topographic survey, soil mechanics study, review of documents provided by the Higuerañi annex directive and documents of similar projects, cabinet work for the processing of field data and the generation of plans, design of the sewage network system and hydraulic calculation according to the design parameters using the SewerCAD program, Autocad Civil3D program, Microsoft Excel tables respectively and the implementation of the Biodigester Tank according to the design parameters, which is currently widely used for rural areas as it is easy to use and maintain. Finally, this technical proposal contains 100% of the population with future projection of 20 years, UBS (toilet, sink and shower area) per dwelling and drainage networks with 8" pipes, 21 concrete mailboxes, design of three 7,00 m<sup>3</sup> biodigester tanks and a 21, 51m<sup>3</sup> absorption well.

**Key words:** Sewerage, Collector Networks, Hydraulic Calculation, Manholes, Biodigester Tank

## INTRODUCCIÓN

El mundo entero se enfrenta a una pandemia sin precedentes. En tales circunstancias, en pleno 2021, a pesar de que es un derecho humano según la Organización de las Naciones Unidas (ONU), todavía hay poblaciones en el mundo que no tienen acceso al agua potable y saneamiento adecuados, con el fin de mantener el nivel de higiene y aseo que una enfermedad como el coronavirus necesita. (Nolte, 2020)

La falta de servicios básicos como agua potable y saneamiento afecta a un gran número de centros densamente poblados de la costa, sierra y selva del Perú, que son parte del problema social y dificultan su desarrollo integral y autosostenible.

En nuestro territorio, todavía hay muchas ciudades y pueblos que no cuentan con servicios básicos de salud, esta es la causa de las enfermedades infecciosas, la incidencia de niños y ancianos es relativamente alta. Para evitar la propagación de enfermedades, es importante resolver los problemas de saneamiento básico, priorizar e implementar los proyectos de agua potable y alcantarillado lo antes posible, a fin de mejorar el nivel de vida social aceptable y acorde con la dignidad humana.

El propósito de este trabajo es desarrollar una solución técnica mediante la *“Propuesta técnica del Diseño de Alcantarillado Sanitario Empleando Biodigestores, en el Anexo de Higuera, Distrito de Pachia, Provincia de Tacna, Departamento de Tacna”*, que incluye principalmente dos componentes: Sistema de unidades básicas de saneamiento con arrastre hidráulico (UBS - AH), los biodigestores autolimpiables y los pozos de absorción o percolación son fundamentales; en el caso de que el biodigestor resulte ser una alternativa sostenible en el saneamiento rural, que consiste en el tratamiento primario in situ antes de la disposición final del agua residual doméstico.

Esta tesis pretende promover al conocimiento y la valoración de las zonas rurales; sirviendo como base y de instrucción para particulares, estudiantes e interesados en la investigación.

## CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1. Descripción del Problema

Actualmente, los habitantes del pueblo del Anexo de Higuerani del distrito de Pachía no cuentan con un sistema de red de Alcantarillado sanitario, lo cual conlleva a buscar la solución apta para un sistema de tratamiento de excretas en poblaciones pequeñas de las zonas rurales; que por inspección se verifica la inexistencia de la obra de saneamiento en mención.

Higuerani se inscribió en Registro de Personas Jurídicas en el año 1990 y en 1991 en la Oficina Registral Regional como *Comunidad Campesina de Higuerani*. La población de Higuerani se asentó desde antes de su inscripción en la oficina registral de predios rurales, en el valle que forma el río Uchusuma, Valle interandino, en tres partes: Saucini, El centro y La Hacienda.

En el año de 1997 por efectos del fenómeno del niño (Huaico), arrasó con el 90% de las parcelas que se asentaban al lado del río y que pertenecían a la comunidad.

En el año 2001, esta vez el huaico ingresó al pueblo Centro, afectando la posta de salud, colegio inicial y primario. En consecuencia, los pobladores trasladaron sus parcelas hacia la parte baja de la propiedad de la comunidad, ubicadas más abajo de la bocatoma de Uchusuma (Administrada por el PET para el canal Uchusuma) y a la falta de infraestructuras que había en el antiguo predio como la educación básica y salud, un comunero dona su parcela para que sea destinada a Pueblo, que es la ubicación actual del pueblo de Higuerani materia de estudio. Actualmente, tienen un proyecto de electrificación aprobado y está en proceso de realizar una JASS, en el pueblo.

Bajo este antecedente cabe destacar el aspecto importante como es el recurso hídrico con la que cuenta la zona en estudio, el cauce del río Uchusuma, la Bocatoma de Chuschuco; lo cual es conducido por un canal hasta el partido de Cerro Blanco, registrando un caudal de 1250 l/s. (Ministerio de Agricultura, 2002, p.39) como fuente de abastecimiento de agua a Tacna, siendo variable de una temporada a otra y por ende de aprovechamiento hidráulico.

Así mismo, se hizo un recorrido por el pueblo de Higuera, que cuenta con caseríos a su alrededor, se observó la existencia de diferentes obras como Local Multiusos, Plaza, Puesto de Salud, y un centro educativo, cuentan con un canal de derivación que es tomada del Río UCHUSUMA, que actualmente a una distancia de 18 173.00 m. se ubica un ojo de agua que los mismos comuneros aprovechan y distribuyen por gravedad para su riego agrícola. De la misma manera el canal de derivación es aprovechado como consumo de agua potable, las cuales a través de tuberías es captada para los diferentes predios de los caseríos. Así, para los pobladores del Pueblo de Higuera no es de interés habitar en el pueblo ya que con las necesidades que cuentan les da igual la habitabilidad en la zona de estudio, sin embargo, por medio de encuestas y entrevistas realizadas, los pobladores de la zona aseguran que si contarán con los servicios básicos entonces comenzarían a habitar. A fin de buscar una mejora de calidad de vida se recomienda realizar obras de Captación de Agua que mediante una planta de tratamiento se pueda potabilizar el agua captada.

Por lo mencionado, se sabe que una de las principales fuentes de contaminación es el agua residual que se vierte en el suelo o en los ríos. Esto se debe a la inexistencia de un sistema de saneamiento y tratamiento de excretas, principalmente en las zonas rurales.

Ha sido bastante interesante conocer la problemática que existe por la falta de dichos sistemas lograr tomar la elección más acertada y de esta forma conseguir realizar un proyecto sostenible que consiga su objetivo.

En general, la población crece y se desarrolla, del mismo modo que aumenta sus necesidades sociales y económicas con respecto a los servicios básicos de saneamiento, es decir, las necesidades que en el principio eran secundarias se convierten en primarias convirtiéndose un derecho como: Educación, salud, vivienda etc.

## **1.2. Formulación del Problema**

### **1.2.1. Problema General**

¿Cuál es la propuesta técnica adecuada del diseño del sistema de alcantarillado sanitario empleando Biodigestores en el anexo de Higuera, del distrito de Pachia, provincia de Tacna, departamento de Tacna?

### **1.2.2. Problemas Específicos**

- a. ¿Es posible realizar un diseño hidráulico óptimo de alcantarillado sanitario para el pueblo del anexo Higuera?
- b. ¿Cuáles son las características de los elementos hidráulicos y estructurales del diseño del sistema de alcantarillado sanitario del Pueblo del anexo de Higuera del distrito de Pachia?
- c. ¿Cuál sería la propuesta técnica para la implementación del Biodigestor en el pueblo del anexo de Higuera del distrito de Pachia?

## **1.3. Justificación e importancia**

La presente investigación, a partir del marco de las obras de saneamiento con arrastre hidráulico, con biodigestores autolimpiables, busca justificar la problemática que muestra el pueblo del anexo de Higuera, distrito de Pachia, provincia de Tacna, departamento de Tacna ya que no cuenta con los servicios de alcantarillado sanitario y al mismo tiempo conocer si son adecuados o no para el tratamiento de excretas en zonas rurales.

Por ello, con el uso de los biodigestores autolimpiables siendo estas eficaces, en cuanto al tratamiento de aguas residuales de tipo doméstico y sus derivados como son la reutilización de los biosólidos para el riego de plantas y los sólidos que son lodos tratados destinados para fertilizantes, se disminuirán la contaminación en el ecosistema de la zona, de esta forma prevenir patologías infecciosas, proteger la salud y mejorar la calidad sanitaria en los pobladores de la zona. Por consiguiente, la presente tesis pretende profundizar en el conocimiento y realizar la propuesta técnica del sistema de alcantarillado sanitario empleando Biodigestor de una localidad de ámbito rural.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

Realizar la *“Propuesta técnica del Diseño de Alcantarillado Sanitario Empleando Biodigestores, en el Anexo de Higuera, Distrito de Pachia, Provincia de Tacna, Departamento de Tacna”*

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- a. Realizar el diseño de los sistemas del alcantarillado sanitario en el pueblo del Anexo Higuera del Distrito de Pachia.
- b. Determinar los cálculos de los elementos hidráulicos y estructurales necesarios para el diseño de la propuesta técnica del sistema de alcantarillado sanitario empleando Biodigestor en el pueblo del Anexo Higuera del Distrito de Pachia.
- c. Presentar una propuesta de implementación de Biodigestores en el pueblo del Anexo Higuera del Distrito de Pachia que contribuya al cultivo de las diferentes parcelas existentes en la zona de estudio.

## **1.5. Hipótesis**

### **1.5.1. Hipótesis general**

Con la implementación del diseño de sistemas de alcantarillado sanitario empleando Biodigestores en el pueblo del anexo de Higuera, se contribuirá a la reducción significativa de las enfermedades gastrointestinales, así como mejorar la vivencia en la zona.

### **1.5.2. Hipótesis específicas**

- a. El diseño de un sistema de alcantarillado sanitario empleando biodigestores optimizará la red de alcantarillado sanitario del pueblo de anexo de Higuera del distrito de Pachia.
- b. El diseño hidráulico y estructural del sistema de alcantarillado permitirán ofrecer una mejor calidad de vida al estado situacional del pueblo del anexo de Higuera.
- c. Implementar el Biodigestor permitirá que el abono generado mediante los residuos orgánicos pueda contribuir en la cultivación de las diferentes parcelas existentes en la zona de estudio.

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

En este apartado se describen todos los conceptos teóricos y herramientas que se han utilizado.

### **2.1. Antecedentes del estudio**

#### **2.1.1. A nivel Internacional**

Ruiz (2014), en su tesis “Utilización de biodigestores en el tratamiento de las aguas residuales domésticas, en la población del Buijo Histórico, Samborondón, 2014” tiene como objetivo proporcionar un sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas del pueblo de Buijo en Samborondón. Lo primero que se hizo fue observar la presencia de basura y el lugar donde se emiten los olores, que se debe al vertido de las aguas residuales que salen de las casas y que no reciben ningún tipo de tratamiento por lo que la gente, optan por verterlo en lugares como los pozos sépticos, ríos y suelos, etc. Entonces, mediante el uso de instrumentos de investigación y métodos estadísticos se dio a conocer que el pueblo no recibe algún tratamiento respecto a aguas residuales. Se propone el uso de biodigestor como sistema de tratamiento de aguas residuales de forma más económica y de cómo tratar las aguas residuales domésticas. Se insta a implementar en zonas rurales ya que estos sistemas no solo van a ayudar al medio ambiente, sino que también apoyará en la agricultura ya que se puede utilizar como riego.

Parrales & Menendez (2021), en su tesis “Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales Domiciliarias con Biodigestores para la Comunidad el Ramito, Parroquia la Unión del Cantón Jipijapa”, el propósito de este proyecto es aplicar un sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas en la vida diaria, con la ayuda de Biodigestores, en los que cada elemento entienda que interfieren con Este proceso de tratamiento de salud para mejorar las prácticas en el campo de la construcción y el respeto al medio ambiente, en donde se diseñó previamente un sistema de tratamiento de aguas domésticas con los biodigestores. El Biodigestor es un tipo de contenedor, realmente un tanque cerrado en el que las aguas residuales de un depósito temporal de la casa se descomponen, reduciendo los impactos negativos en el medio ambiente. Se puede diseñar con uno, dos reservorios o más conectados juntos, dependiendo de las necesidades que atiende, en este caso, Biodigestor ha sido diseñado para cada cáscara, tamaño, forma y diseño, los tubos de los tubos y salidas están diseñados para que las aguas residuales se mantengan. En un tanque mínimo de 24 horas para descomponer los materiales orgánicos con la conversión de la misma en gas, líquidos y sólidos separados en tanques sépticos debido a los procesos físicos, de sedimentos y fechados. Este sistema biológico se proyecta como una alternativa al medio ambiente y mejora. La calidad de vida, la limpieza de la solución global de la casa tiene 3 etapas continuas: 1. Primer paso: tiene éxito en mantener y cavar la materia orgánica, residuos de aguas residuales 2. El segundo paso: permite la cámara de filtro, distribuya líquido en un área determinada. 3. El tercer paso: suelo, debajo de los infiltradores que filtran y complementan la purificación del agua.

Martín (2020), en su tesis “Comercialización y Mantenimiento de Coberturas Biológicas en el Municipio de Solita-Caquetá” El estudio es una propuesta alternativa para brindar un servicio básico en las zonas rurales. Se ubica principalmente en el municipio de Solita y la región de Caquetá. De la misma forma, el lector está a su disposición para ampliar sus objetivos relacionados con las energías alternativas, particularmente en relación con el biogás. Por lo tanto, se ha estudiado ampliamente el costo de los materiales y la instalación del vaporizador de salchichas tipo Taiwán o biodepósito hecho de geomembrana, que es un material resistente a altas temperaturas. Asimismo, nos encontramos con que el consumismo globalizado que caracteriza a las poblaciones de hoy en día no nos ha permitido tomarnos un respiro en nuestra vida para reflexionar sobre los desequilibrios y estancamiento económico que enfrentamos, a medida que estamos liderando el planeta. Asimismo, se trata de un documento bibliográfico para que se revisen los elementos de saneamiento básico en el marco del plan de desarrollo de la ciudad y especialmente con el enfoque regional (PDT), y la población distribuida de la población rural se está beneficiando de tecnologías que facilitan la vida en zonas rurales. Se sienten beneficiarios de las políticas generales de protección social de los organismos gubernamentales. Por otro lado, esta tesis es la base para dar diferentes usos del biogás y otros fines relacionados.

### 2.1.2. A nivel Nacional

Domínguez & Rojas (2019), la investigación actual apunta a conocer la efectividad de los biodigestores de auto limpieza en las unidades de saneamiento básico con resistencia hidráulica (UBS-AH), en el tratamiento de las aguas residuales nacionales, en el nuevo Centro de Acobambilla, el Distrito Huando - Huancelica del condado está formado por 3 inspecciones, en los meses de febrero, marzo y abril de 2019. Anteriormente, se recolectaron las muestras, en la entrada y salida de seis biodigestores. Se han analizado los parámetros físicos: la temperatura (T) y la suspensión sólida (STS); Productos químicos: potencial de hidrógeno (pH), demanda química de oxígeno (DQO), demanda bioquímica de oxígeno (BOO5), aceite y grasa (AYG); y microbiología: Mantenga coliformes (CTT). Después de eso, los resultados del viaje y las aguas residuales han logrado la efectividad de los biodigestores, que han determinado el nivel de cumplimiento con objetivos específicos planteados; En el que se ha calculado el efecto de la eliminación, el resultado promedio: 50,09% en la eliminación de ST, 73,14% de la eliminación de DQO, 71,47% sobre el manejo de DBO5, 93,45% en la eliminación de AYG y 36,75% en la eliminación de CTT. También se evalúa con D.S. 003-2010 - MINAM, determine que los esfuerzos de cumplimiento de LMP; En el que los resultados promedio de las aguas residuales son: 13,73 ° C de T °, 123,92 mg / L de ST, 6,93 unidades de PH, 92,42 (mg / (L) DQO, 80,25 mg / L de AYG, 10,04 mg / L de AYG, 2237,06 (NMP / 100 ml) CTT, con una temperatura ambiente de 8,3 ° C.

Aspericueta & Rodríguez (2019), la propuesta de esta tesis es el desarrollo de una alternativa al estado ubicado en la región de Quiruvilca, y el proyecto se denomina “Propuesta de un sistema de abastecimiento de agua y alcantarillado para la región de Quiruvilca”. Es una de las áreas más extensas de la provincia de Santiago de Chuco y cuenta con la mayor población, ya que no cuenta con sistema de abastecimiento de agua y alcantarillado, por lo que es necesario solucionar los problemas que existen en el diseño. saneamiento. Por lo tanto, la planta de tratamiento de agua potable está diseñada con un nuevo diseño de red de agua potable y la planta de tratamiento de aguas residuales tiene una vida útil de 20 años. Asimismo, se diseñó un nuevo tanque para albergar agua potable con una capacidad de 250 m<sup>3</sup>, posteriormente se diseñó la línea de transmisión, la red de agua potable, que aplicaba requerimientos técnicos y parámetros hidráulicos. Para las aguas residuales, se lleva a cabo el diseño de una red de recolectores y transmisores de buzones, y el tanque Imhoff está diseñado con parámetros hidráulicos. Finalmente, se muestran los procedimientos presupuestados sin tener en cuenta los costos, ya que suelen cambiar semanal o mensualmente.

Morán & Chávez (2020), en su tesis "Instalación de un desodorante biológico para mejorar el sistema de saneamiento ecológico de la ciudad de Antilla - Provincia de Abancay". Todo comenzó con el caso de que el municipio de Antilla no contaba con un sistema de tratamiento de aguas residuales, por lo que se ha convertido en un problema y una fuente de contagio por la producción de residuos lavados que contamina los acuíferos y emite gases que afectan la salud y el medio ambiente. Para reducir los efectos contaminantes sobre el medio ambiente, se han instalado dispositivos auto limpiantes biodegradables. El estudio se realizó como una aplicación con descripción cuantitativa en un enfoque horizontal utilizando un conjunto de 110 dispositivos biológicos probados. Las muestras se toman de una mezcla de 15 regímenes (no probabilísticos). Esta tecnología es el monitoreo ambiental que realiza SGS del Perú S.A.C. Las herramientas utilizadas son protocolos creados por MVCS-MINAM, validación de datos y cadenas de registro de control. Durante el proceso de monitoreo, se evaluaron los parámetros físicos, químicos y microbiológicos de las aguas residuales domiciliarias, obteniendo así resultados sobre la efectividad del desodorante biológico: remoción del 87% del total de sólidos en suspensión, 56% DBO, 60% DQO, 97% lípidos y 100% coliformes en heces. En el lodo, se obtuvo 6,6 MPN / 1 g ST para *Escherichia Coli*, los huevos de gusanos vivos fueron <1 HVH / 4 g ST y la estimación de *Salmonella spp* fue <1,8 MPN / 10 g ST. Finalmente, el biodigestor, el gas metano rinde 0,00 ppm.

### 2.1.3. A nivel local

Quispe (2019), en su tesis "La evaluación técnica y las recomendaciones de una planta de tratamiento de tratamiento para su reutilización en la agricultura, Miraflores locales, Yaras y Buena Vista en el distrito de Sama-Tacna" Proyecto llamado la evaluación y propuestas técnicas de las plantas de tratamiento de aguas residuales para la reutilización en la agricultura, dirigidas a Reducción de la contaminación causada por el impacto de la basura de aguas residuales en tres localidades en el distrito de Sama. Metodología de proceso Esta tesis se trata de la identificación de áreas de investigación, propiedades químicas del agua restantes, estudios adicionales y finalmente ofrecen una solución propuesta. Para el carácter del resto, se tuvieron en cuenta los siguientes parámetros: la temperatura, el potencial del hidrógeno (pH), la demanda de oxígeno bioquímico (DBO), las necesidades de química para el oxígeno (DQO), el sedimento de sustancias y el calor sólido y coliformes suspendidos. o taburete. Según los resultados obtenidos, la propuesta técnica de una planta de tratamiento de aguas residuales se elevará, incluidas las distintas etapas. Se recomienda un tratamiento preliminar, se recomienda una barra de armario y un nudo, como el tratamiento primario, una reversión anaeróbica del reactor use biogás de manera eficiente y generó lodos, porque el tratamiento secundario, el filtro anaeróbico de una corriente. El tratamiento de la universidad y la universidad propusieron dos humedales de arte y cloro de cámara expuesta. Este proceso es para el agua restante que se puede reutilizar al irrigar árboles de las barras altas. Para los casos de barro creados en un increíble reactor anaeróbico y un filtro de mejora anaeróbico, estos se secarán en el lecho y el lodo secos recibirá un proceso de heces desde entonces la ley se obtendrá. Cualquier producto, uno que eventualmente se utilizará para mejorar la calidad de los pisos y las áreas ecológicas urbanas (con acceso limitado a la población de la época de al menos siete días).

Huanacuni (2019), durante la tesis "La capacidad para filtrar las aguas residuales domésticas con la aplicación de diferentes tecnologías de procesamiento sostenibles con los costos de operación económicos para las comunidades no concentración pequeñas de Tacna (cono macho) - Perú" Target El estudio es determinar la capacidad de depuración de tratamiento de aguas residuales diferentes países tecnología (combinación de la laguna de medicina, biología, horizontales humedales artificiales de flujo con la vegetación y la vegetación el tratamiento con humedales artificiales se modifica en biodegrada activado) y sus costos de operación y mantenimiento son un sustituto de gestión sostenible para la comunidad de pequeños no concentración de Tacna - Perú. Estos resultados nos permiten identificar a esto, incluso si todos los sistemas de procesamiento han sobrecargado hidráulica, tratamiento de 4 redujo significativamente el nivel de exceso de contaminación del agua, pero no se puede reducir de límite máximo más bajo. Elegible (LMP) en algunos lugares, hay detalles que el arsénico se reduce con el tiempo. Se recomienda para mejorar su eficacia con la combinación de células de montaje adicionales con una anchura de 4:1 para mejorar el sistema integrado; Además del diseño y la evaluación de los humedales con un enfoque de eliminación de arsénico

Ortega & Gutierrez (2021), en su tesis "Análisis de red y tuberías existentes para mejorar el sistema de aguas residuales de la Región de Viñani de Viñani VI, Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna - 2020". El trabajo es un fin para analizar las debilidades El factor mejorará los factores que mejorarán la red y Sistema de drenaje de Viñani en Gregorio Albarracín – Tacna - 2020, como resultado, en el suelo, en el suelo, a través de observaciones y artículos, se ha recopilado, para la población total, el número de casas, la existencia de redes de drenaje, las redes de drenaje de agua de lluvia a evaluar la red se ha realizado una encuesta de terreno al identificar las características y el terreno del suelo. Luego es el modelado hidráulico de las redes existentes en el software SEWERGEMS, recuperando los datos en el ascensor del terreno realizado en el campo, teniendo en cuenta la posición y la densidad de las casas, lo que les permite medir el nivel deficiente del sistema en los parámetros que requieren OS. 070, Calicatas que se han excavado para determinar el tipo y el estado de las tuberías utilizadas en la red actual, la cantidad y la posición de las fases ilegales para proponer materiales de tubería óptimos y sistemas de drenaje cumplen con todos los requisitos establecidos. . Hemos sido que los residentes del área de Viñani Sector VI, del distrito de Tacna, tiene una educación de salud común, que afecta la función apropiada del sistema de drenaje sanitario, al realizar investigaciones. Acepte la aceptación para obtener nuevos conocimientos sobre cómo cumplir con este servicio, una vez que la simulación hidráulica se realiza por software, las personas encuentran que la mayoría de las partes de la red de agua sean inolvidables OS. 070, con una velocidad por debajo de la velocidad mínima (0,60 m / s), la durabilidad Voltaje por debajo del estándar (1,00 PA), la pendiente contra la verificación en esta área, además, el uso incorrecto que le proporciona al público, según las encuestas. Finalmente, se verifica que la creación de un diseño completo del sistema de drenaje sanitario y con el uso de materiales óptimos

para tuberías, podremos cumplir con todos los requisitos especificados en los estándares de OS. 070 y, por lo tanto, tiene un sistema operativo exacto.

## **2.2. Bases teóricas**

En base a las teorías existentes que se muestran en libros e investigaciones, se procederá a mencionar los conceptos relacionados al tema de la Propuesta técnica.

### **2.2.1. Sistemas de Alcantarillado**

El sistema de alcantarillado consiste en una serie de redes de tuberías y obras complementarias necesarias para recibir, conducir y evacuar las aguas residuales y los escurrimientos superficiales producidos por las lluvias. (SIAPA, 2014)

#### **2.2.1.1. Clasificación de Alcantarillado**

Los sistemas de redes alcantarillado de aguas residuales pueden ser de dos tipos.

##### **2.2.1.1.1. Sistemas Convencionales**

Estos son los sistemas tradicionales que se utilizan para recolectar y transportar aguas residuales o de lluvia a los sitios de tratamiento final.

- a. Sistema de Alcantarillado Separado:** Es aquel en el cual se independiza la evacuación de aguas residuales y lluvia.

- Alcantarillado sanitario: sistema diseñado para recolectar exclusivamente las aguas residuales domésticas e industriales.
  
- Alcantarillado pluvial: sistema de evacuación de la escorrentía superficial producida por la precipitación.

**b. Sistema de Alcantarillado Combinado:** Conduce simultáneamente las aguas residuales, domésticas e industriales, y las aguas de lluvia. (Comisión Nacional del Agua, 2009)

#### **2.2.1.1.2. Sistemas No Convencionales**

Conocidos como sistemas alternativos de más bajo costo, pero en términos de diseños adicionales se utiliza una mejor operación y mantenimiento y se clasifican en:

- a. Alcantarillado simplificado:** Un sistema de alcantarillado sanitario simplificado se diseña con los mismos lineamientos de un alcantarillado convencional, pero teniendo en cuenta la posibilidad de reducir diámetros y aumentar distancias entre pozos al disponer de mejores equipos de mantenimiento.
  
- b. Alcantarillado Condominiales:** Son los alcantarillados que recogen las aguas residuales de un pequeño grupo de viviendas, menor a una hectárea, y las conduce a un sistema de alcantarillado convencional.

**c. Alcantarillado sin arrastre de sólidos.** Conocidos también como alcantarillados a presión, son sistemas en los cuales se eliminan los sólidos de los efluentes de la vivienda por medio de un tanque interceptor. El agua es transportada luego a una planta de tratamiento o sistema de alcantarillado convencional a través de tuberías de diámetro de energía uniforme y que, por tanto, pueden trabajar a presión en algunas secciones. (Comisión Nacional del Agua, 2009)

#### **2.2.1.2. Componentes de un Sistema de Alcantarillado**

El sistema de red de alcantarillado que contempla diferentes elementos que se clasifican, como:

##### **a. Descarga domiciliaria**

Se realiza por medio de albañales convencionales que funcionan a gravedad con pendientes entre el 1 y 2 por ciento, que posteriormente confluyen a atarjea que también funciona por gravedad, esta entrega su contenido a la cámara colectora. (Comisión Nacional del Agua, 2009)

##### **b. Tuberías**

La tubería de alcantarillado se compone de tubos y conexiones acoplados mediante un sistema de unión hermético, el cual permite la conducción de las aguas residuales. En la selección del material de la tubería de alcantarillado, intervienen diversas características tales como: resistencia mecánica, resistencia estructural del material, durabilidad, capacidad de conducción, características de los suelos y agua,

economía, facilidad de manejo, colocación e instalación, flexibilidad en su diseño y facilidad de mantenimiento y reparación. (Comisión Nacional del Agua, 2009)

### **c. Buzón**

Estructura de forma cilíndrica generalmente de 1.20m de diámetro. Son construidos en mampostería o con elementos de concreto, prefabricados o construidos en el sitio, puede tener recubrimiento de material plástico o no, en la base del cilindro se hace una sección semicircular la cual es encargada de hacer la transición entre un colector y otro. (RNE, 2006)

## **2.2.1.3. Conexión Predial**

### **a) Diseño**

Cada unidad de uso debe contar con un elemento de inspección de fácil de acceso a la entidad prestadora del servicio. (RNE, 2006)

### **b) Elementos de la Conexión**

Deberá considerar:

- Elemento de reunión: Cámara de inspección.
- Elemento de conducción: Tubería con una pendiente mínima de 15 por mil.
- Elementos de empalme o empotramiento: Accesorio de empalme que permita la descarga en caída libre sobre la clave de la tubería. (RNE, 2006)

### **c) Ubicación**

La conexión predial de redes de aguas residuales se ubicará a una distancia mínima de 1,20 del límite izquierdo o derecho de la propiedad. En otros casos deberá justificarse adecuadamente. (RNE, 2006)

### **d) Diámetro**

El tamaño mínimo de la conexión no debe ser menor de 110 mm. (RNE, 2006)

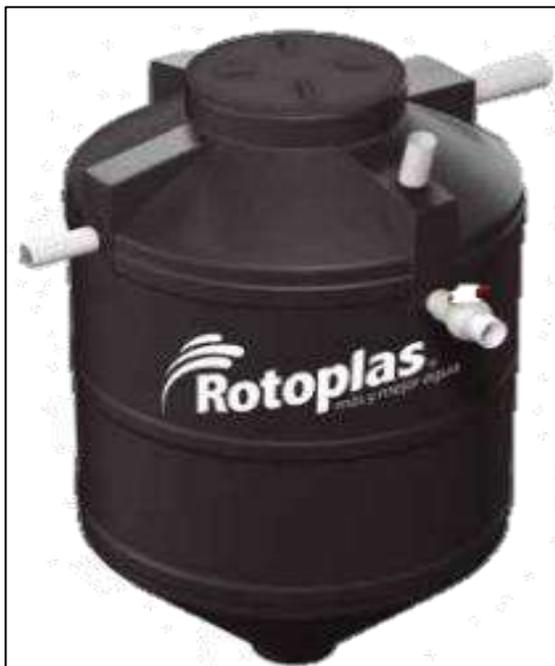
## **2.2.2. Biodigestor**

Es un producto que fue generado por una empresa privada para optimizar el tratamiento de las aguas residuales. En donde el Biodigestor Autolimpiable Rotoplast tiene como función el tratamiento primario de aguas residuales proveniente de los domicilios mediante un sistema de retención y degradación séptica anaerobia de la materia orgánica. El agua tratada se infiltra en el terreno circundante a través de una zanja de infiltración o pozo de absorción, según el tipo de terreno y zona. (Rotoplas, 2020)

Tienen el propósito de recolectar las excretas, y hacer que el tratamiento de aguas residuales tenga menos costo, gracias a un método más rápida y sencilla para poblaciones de extrema pobreza en las zonas rurales. A continuación, en la figura 1 se muestra el tanque biodigestor Autolimpiable fabricado de polietileno, las cuales líneas abajo se describirán sus características y en la figura 2, sus componentes, funcionamiento y mantenimiento. (Rotoplas, 2020)

**Figura 1**

*Biodigestor Autolimpiable Fabricado de Polietileno*

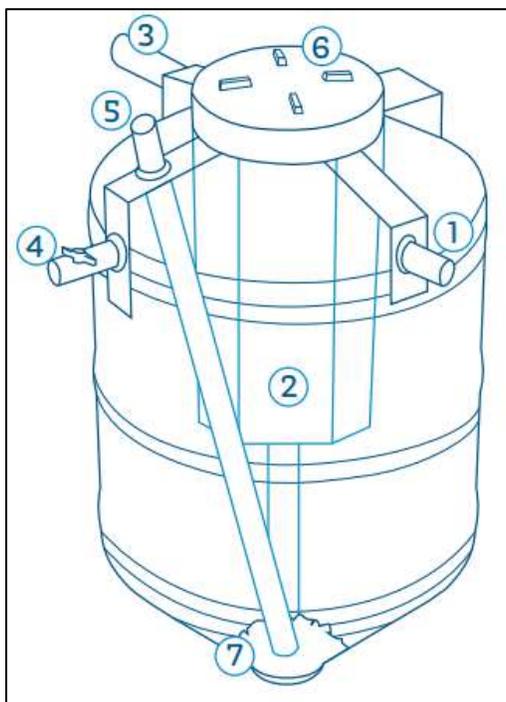


*Nota.* En la figura 1 Muestra el biodigestor. Fuente: Rotoplast

*Características:*

- a. Reemplaza de manera más efectiva los sistemas tradicionales como las fosas sépticas y los inodoros de concreto, que son fuentes de contaminación por grietas en las paredes y saturación de sólidos.
- b. Tiene un sistema único que permite únicamente la aspiración de lodos o materiales digeridos para garantizar higiene, economía y ausencia de olores o contaminación.
- c. Mantenimiento sencillo y sin necesidad de equipo electromecánico especial para la limpieza.

- d. Para uso doméstico, los servicios de la empresa van desde 2 hasta 60 particulares y hasta 233 usuarios en oficinas, edificios comerciales, educativos y deportivos.
- e. Solución ecológica, ya que utiliza un proceso anaeróbico para realizar el tratamiento primario del agua. Se puede instalar en viviendas donde no haya servicio de alcantarillado.
- f. Auto limpiante y fácil de mantener, basta con abrir la válvula para eliminar el exceso de lodo (no se necesita equipo especial ni máquina de limpieza especial).
- g. Sin costes de mantenimiento, los usuarios pueden filtrar los lodos por sí mismos sin necesidad de equipos especiales. No requiere ningún equipo electromecánico como bombas o camiones de vacío para su mantenimiento, eliminando así costos adicionales para el usuario.
- h. Resistente, construido en una sola pieza de polietileno de alta densidad, evita fugas, olores y grietas. Es muy ligero y fuerte, y muy resistente al impacto y la abrasión.
- i. Saludable, evitando la presencia de focos de contagio.
- j. Sustentable, se preocupa por el medio ambiente y lo ayuda a reducir la contaminación del suelo y el agua.
- k. No necesita productos químicos, este sistema no necesita un bactericida ni un acelerador.
- l. Garantía y soporte del Grupo Rotoplas. (Rotoplas, 2020)

**Figura 2***Componentes del Biodigestor*

*Nota.* En la figura 2 muestra la estructura típica del biodigestor. Fuente: Rotoplas

*Componentes:*

1. Entrada de desechos orgánicos, Tubería PVC de 4".
2. Filtro biológico con aros de plástico (pets).
3. Tubería PVC de 2", Sacar el agua tratada al pozo de absorción.
4. Válvula esférica para extracción de lodos.
5. Tubería PVC de 2" de acceso para limpieza y/o desobstrucción.
6. Tapa click de 18" para cierre.
7. Base cónica para acumulación de lodos (Rotoplas, 2020)

*Funcionamiento:*

- El agua residual entra por el tubo N°1 (4") al fondo del Biodigestor, por lo cual comenzará la descomposición mediante bacterias.
- El agua residual pasa por el Biofiltro N°2, por consiguiente, la materia orgánica es trabajada por las bacterias que están en los aros pet.
- El agua tratada se transmite por el tubo N°3 (2") mediante la construcción de una zanja de infiltración o pozo de absorción según el tipo de terreno y zona hacia el terreno cercano.
- Por último, los lodos tratados, son transmitidos por medio de la válvula N° 4 (2").  
(Rotoplas, 2020)

*Mantenimiento:*

- a. Su mantenimiento es mediante la válvula de extracción: el lodo depositado en la parte inferior del Biodigestor se transmite gravedad hacia la caja de lodos.
- b. Se cierra la válvula de extracción para dejar salir el lodo que emana malos olores, y por consiguiente dependiendo del uso contiene un mantenimiento cada 12 meses.
- c. Siempre considerar que, si la salida del lodo es dificultosa, realizar un trabajo manual en el tubo de limpieza (desobstrucción) N°5 (2"), teniendo consideraciones de no malograr el Biodigestor.
- d. Mediante los orificios del registro de lodos Rotoplas, los líquidos filtrarán hacia el suelo para ser absorbidos, quedando retenido los lodos para su posterior secado.
- e. Para la disposición de lodos, estos pueden ser enterrados en un hoyo y cubiertos con tierra o enviados como relleno sanitario. (Rotoplas, 2020)

### **2.2.3. Pozos de Absorción**

Permite infiltrar el efluente líquido de la UBS instalada a través de un dren vertical instalado en un medio filtrante dentro de pozo. (MVCS, 2018)

Los pozos son generalmente construidos con muros de ladrillo que contiene separación entre ellas, con un diámetro no menor de 1 m. y de una forma de cilindro. Estas separaciones se rellenan con grava gruesa que contiene un espesor mínimo de 0.15 m. Cada pozo se debe considerar una losa de concreto armado con parámetros mínimos de 0.15 a 0.20 m de espesor, en donde la parte superior contiene un anillo de concreto. El espaciamiento entre pozos debe ser 3 veces el diámetro del pozo.

#### **a) Diseño de Pozos de absorción según el RNE 2006 Norma IS-020**

1. Los pozos de absorción podrán usarse cuando no se cuente con área suficiente para la instalación del campo de percolación o cuando el suelo sea impermeable dentro del primer metro de profundidad, existiendo estratos favorables a la infiltración.
2. El área efectiva de absorción del pozo lo constituye el área lateral del cilindro (excluyendo el fondo). Para el cálculo se considerará el diámetro exterior del muro y la altura quedará fijada por la distancia entre el punto de ingreso de los líquidos y el fondo del pozo.
3. La capacidad del pozo de absorción se calculará en base a las pruebas de infiltración que se hagan en cada estrato, usándose el promedio ponderado de los resultados para definir la superficie de diseño.

4. Todo pozo de absorción deberá introducirse por lo menos 2 m en la capa filtrante, siempre y cuando el fondo del pozo quede por lo menos a 2 m sobre el nivel máximo de la capa freática.
5. El diámetro mínimo del pozo de absorción será de 1 m. (RNE, 2006)

#### **b) Aspectos constructivos**

1. Los pozos de absorción tendrán sus paredes formadas por muros de mampostería con juntas laterales separadas. El espacio entre el muro y el terreno natural se rellenará con grava de 2.5 cm. la losa de techo tendrá una capa de inspección de 0.6 m de diámetro.
2. Cuando el efluente de un tanque séptico está conectado directamente a dos o más pozos de absorción, se requerirá instalar caja de distribución de flujo.
3. Se instalarán tantos pozos de absorción como sean necesarios en función de la capacidad de infiltración de los terrenos, la distancia entre ellos se regulará por su diámetro o por su profundidad según los casos, pero no será menor de 6.00 m entre sus circunferencias. (RNE, 2006)

#### **2.2.4. Unidades Básicas de Saneamiento (UBS)**

. Conjunto de componentes que permiten brindar el acceso a agua potable y la disposición sanitaria de excretas a una familia, el diseño final dependerá de la opción tecnológica no convencional seleccionada. (MVCS, 2018)

#### **2.2.4.1. Componentes de Unidades Básicas de Saneamiento**

Conjunto de componentes que permiten brindar el acceso a agua potable y la disposición sanitaria de excretas a una familia, el diseño final dependerá de la opción tecnológica no convencional seleccionada. (MVCS, 2018)

#### **2.2.4.2. Tratamiento de la Unidad Básica de Saneamiento**

Contempla dos tratamientos en el recorrido de aguas domésticas, denominados tratamiento inicial o primario y tratamiento final o secundario.

## **2.2.5. Normas aplicadas para la Propuesta técnica**

### *Reglamento Nacional de Edificaciones*

Su objetivo es definir estándares y requisitos mínimos para el diseño e implementación de edificios y estructuras urbanas, permitiendo una mejor implementación y ejecución. Se trata de una norma técnica vigente en el territorio nacional, que define los derechos y responsabilidades de las personas involucradas en el proceso constructivo, con el fin de garantizar la calidad de la obra. Los Reglamentos Nacionales de Edificación son obligatorios para quienes desarrollan operaciones urbanísticas y edificatorias a nivel nacional, cuyo resultado es permanente, público o privado.

### *Decreto Supremo N°031-2010-SA, Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano*

### *Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento*

Resolución de Consejo Directivo N°015-2020-SUNASS-CD, Reglamento de Calidad de la Prestación de los Servicios de Saneamiento brindados por Organizaciones Comunales en el Ámbito Rural.

### *Norma técnica de diseño: Opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural -MVCS*

Esto es parte de la búsqueda de la sostenibilidad de los proyectos de saneamiento rural a nivel nacional. Para lograrlo, se deben cumplir ciertas condiciones que aseguren la sostenibilidad y sostenibilidad de los servicios de saneamiento.

*Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, D.S. N°002-2008- MINAM y modificatoria D.S. N° 015-2015-MINAM*

Equipo que determina la concentración de elementos, sustancias o parámetros que debe contener el agua sin afectar la calidad del recurso para usos específicos, donde se clasifica en cuatro categorías: a) Población y recreación, con tres subcategorías en el uso de agua Producción de agua potable agua y dos subcategorías cuando se usa agua para entretenimiento (exposición primaria y secundaria no encontramos definiciones para las dos subcategorías); b) Agua para actividades marinas costeras incluye tres subcategorías: c) agua para riego de plantas y agua potable para animales yd) conservación de agua incluyendo lagos, lagunas, ríos costeros y ríos forestales. estuarios y ecosistemas.

## **2.3. Definición de términos**

### **2.3.1. Alcantarilla**

Conducto subterráneo para conducir agua de lluvia, aguas servidas o una combinación de ellas. (RNE, 2006)

### **2.3.2. Buzón**

Estructura de forma cilíndrica generalmente de 1.20m de diámetro. Son construidos en mampostería o con elementos de concreto, prefabricados o construidos en el sitio, puede tener recubrimiento de material plástico o no, en la base del cilindro se hace una sección semicircular la cual es encargada de hacer la transición entre un colector y otro. (RNE, 2006)

### **3.1.1. Conexiones domiciliarias**

Conjunto de elementos sanitarios instalados con la finalidad de permitir la evacuación del agua residual proveniente de cada lote. (RNE, 2006)

### **3.1.2. Lecho de secado de lodos**

Nivel de tratamiento que permite lograr la remoción de materia orgánica biodegradable y sólidos en suspensión. (RNE, 2006)

### **3.1.3. Lodos**

Nivel de tratamiento que permite lograr la remoción de materia orgánica biodegradable y sólidos en suspensión.

#### **3.1.4. Pendiente mínima**

Valor mínimo de la pendiente determinada utilizando el criterio de tensión tractiva que garantiza la autolimpieza de la tubería. (RNE, 2006)

#### **3.1.5. Período óptimo de diseño**

Es el tiempo en el cual la capacidad de un componente del sistema de agua para consumo humano o saneamiento cubre la demanda proyectada, minimizando el valor actual de costos de inversión, operación y mantenimiento, durante el horizonte de evaluación de un proyecto. (MVCS, 2018)

#### **3.1.6. Período de retención**

Nivel de tratamiento que permite lograr la remoción de materia orgánica biodegradable y sólidos en suspensión. (RNE, 2006)

#### **3.1.7. Pozo de absorción**

permite infiltrar el efluente líquido de la UBS instalada a través de un dren vertical instalado en un medio filtrante dentro de pozo. (MVCS, 2018)

#### **3.1.8. Redes de recolección del sistema de alcantarillado**

Es una red de Conjunto de tuberías principales y ramales colectores que permiten la recolección de las aguas residuales generadas en las viviendas. (RNE, 2006)

#### **3.1.9. Ramal colector**

Es la tubería que se ubica en la vereda de los lotes, recolecta el agua residual de una o más viviendas y la descarga a una tubería principal. (RNE, 2006)

### **3.1.10. Tratamiento primario**

Remoción de una considerable cantidad de materia en suspensión sin incluir la materia coloidal y disuelta. (RNE, 2006)

### **3.1.11. Tratamiento secundario**

Nivel de tratamiento que permite lograr la remoción de materia orgánica biodegradable y sólidos en suspensión. (RNE, 2006)

### **3.1.12. Tensión tractiva**

Es el esfuerzo tangencial unitario asociado al escurrimiento por gravedad en la tubería de alcantarillado, ejercido por el líquido sobre el material depositado. (RNE, 2006)

### **3.1.13. Tubería principal**

Es el colector que recibe las aguas residuales provenientes de otras redes y/o ramales colectores. (RNE, 2006)

### **3.1.14. UBS – Unidad básica de saneamiento**

Conjunto de componentes que permiten brindar el acceso a agua potable y la disposición sanitaria de excretas a una familia, el diseño final dependerá de la opción tecnológica no convencional seleccionada. (MVCS, 2018)

### **3.1.15. Zanja de infiltración**

es aquella zona seleccionada para eliminar por infiltración el efluente líquido de la UBS instalada, por presentar características permeables ideales. (MVCS, 2018)

## CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO

### 3.1. Tipo y Nivel de la investigación

#### 3.1.1. Tipo de investigación

Explicativo y Aplicada, debido a que consiste en explicar el comportamiento de una variable dependiente en función de varias variables independientes y aplicar respectivamente los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos anteriormente en nuestra formación académica, respectivamente.

#### 3.1.2. Nivel y/o diseño de investigación

- **Diseño de campo.** – Cuando la búsqueda se realiza de forma natural, no hay manipulación de variable.
- **Diseño documental.** – Cuando la información de los datos se obtiene en documentos.

### 3.2. Población y muestra de estudio

#### 3.2.1. Población

Se trabajará con la zona de influencia formada por todos los usuarios del Pueblo del anexo de Higuera.

### 3.2.2. Muestra de estudio

Para este estudio, no se considerará una muestra ya que hay acceso a toda la población del estudio en el pueblo del anexo de Higuera.

### 3.3. Operacionalización de variables

**Tabla 1**

*Operacionalización de Variables*

<b>Variable</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicadores</b>
<i>Independiente</i>			
Usuarios del Pueblo del Anexo de Higuera	Población beneficiaria	Número de viviendas	Entrevistas Padrón de Beneficiarios
<i>Dependiente</i>			
Sistema de Alcantarillado	Una serie de ductos, UBS y obras adicionales necesarias para recibir, transportar y descargar aguas residuales para una determinada población.	Longitud y diámetro de tuberías Punto de Descarga Número de buzones/buzonetas y dimensiones	- Levantamiento topográfico - Estudio de Mecánica de suelos - Cálculo hidráulico

*Nota.* En la tabla 1 indica las actividades realizadas en base a cada variable.

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

#### **3.4.1. Técnicas para la recolección de datos**

##### **3.4.1.1. Técnica de Observación**

El método más confiable y adecuado para nuestro estudio es la observación, ya que nos permitirá hacer un diagnóstico del caso, recolectando información y datos, así como seleccionar muestras para su análisis.

##### **3.4.1.2. Técnica de Entrevista**

Es más adecuado conocer el número de viviendas, la densidad poblacional y las necesidades de la población, en esta ocasión nos entrevistamos con la presidenta del pueblo del anexo de Higuera, quien nos facilitó alguna información necesaria para poner en marcha esta tesis.

Esta información permitirá conocer el estado situacional del lugar de estudio y las necesidades de la población o del poblador.

Ante las entrevistas realizadas a diferentes residentes de la zona, se procedió la recopilación de información para la base de datos, evaluación de información y constatar los censos poblacionales de 1993 y 2007 que permitieron brindarnos la tasa de crecimiento poblacional. En esta ocasión, la presidenta del pueblo del Anexo de Higuera nos facilitó un Padrón de Usuarios del Proyecto *“Instalación de Sistema de Electrificación Rural (Línea Primaria, Red Primaria y Red Secundaria) en La Comunidad Campesina de Higuera, del Distrito de Pachia-Tacna”*

### 3.4.1.3. Búsqueda de información primaria

Aquí se explica cómo encontrar la información básica (topografía, suelo, población, etc.). Por lo tanto, como primer paso, será utilizado en el levantamiento topográfico del área de estudio por el dispositivo GPS diferencial Trimble R8 para obtener la parcela, ubicación, curvas de nivel y terreno; en segundo lugar, con muestreo in situ por sonicación y posterior análisis en laboratorio, para obtener el estudio de la mecánica del suelo y estudios geotécnicos del sitio; En tercer lugar, en el diseño del proyecto, que se distingue por el buzón, el tamaño, la longitud y el diámetro de las tuberías de agua y los desagües.

### 3.4.2. Instrumentos para la recolección de datos

Los instrumentos utilizados para la recolección de datos son:

#### *Materiales y Equipos Topográficos*

- a. GPS Diferencial Trimble R8
- b. Controlador TSC2
- c. Trípode
- d. Bastón
- e. Baterías externas
- f. Libreta de Campo

#### *Estudio de Mecánica de suelos (Materiales de Campo)*

- a. Pico
- b. Pala
- c. Sacos

*Equipos de Laboratorio de Mecánica de suelos*

- a. Juego de Taras
- b. Juego de Tamices
- c. Copa Casagrande
- d. Espátula
- e. Balanza Electrónica
- f. Horno

*Materiales y Equipo de Gabinete*

- a. Cámara fotográfica
- b. Laptop
- c. Impresora a color
- d. Memoria USB
- e. Papel bond A4

### 3.5. Procesamiento y análisis de datos

#### 3.5.1. Información Básica

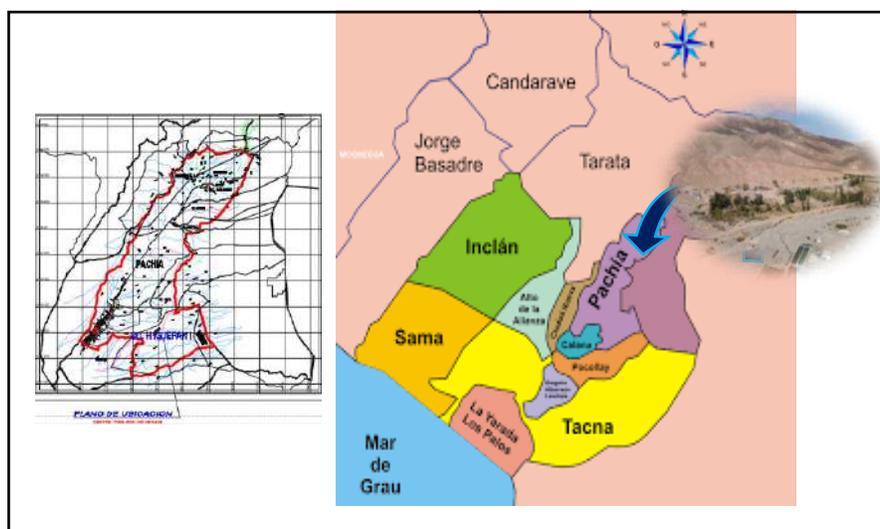
##### 3.5.1.1. Ubicación Geográfica

El Pueblo del Anexo Higuera, pertenece a la C.C. Higuera, que es uno de los seis Anexos que pertenecen al Distrito de Pachia, ubicado al Noreste de la Ciudad de Tacna.

Región	:	Tacna
Provincia	:	Tacna
Distrito	:	Pachia
Anexo	:	C.C. Higuera
Zona	:	Pueblo de Higuera

#### Figura 3

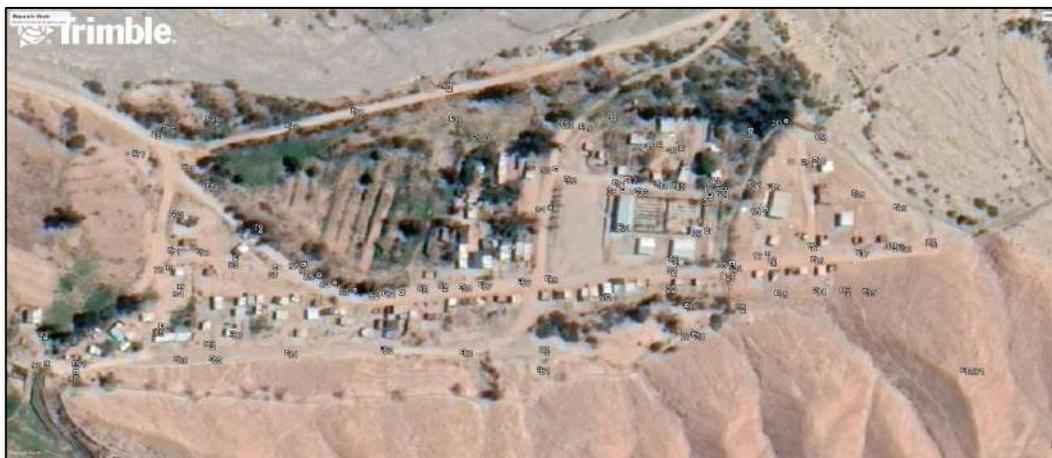
*Ubicación del Distrito de Pachía*



*Nota.* En la figura 3 muestra la ubicación del distrito de Pachía en la Provincia de Tacna.

**Figura 4**

*Vista Satelital del Pueblo del Anexo de Higuera*



*Nota.* En la figura 4 representa al Pueblo del Anexo de Higuera. Imagen tomada por el GPS Diferencial Trimble R8. Fuente: Google Earth.

### **3.5.1.2. Límites de la Comunidad**

El área de Estudio se encuentra limitada por:

- Norte: Con la comunidad Campesina de Palca y Distrito de Pachia
- Este: Con la Comunidad Campesina de Vilavilani Charipujo
- Sur: Con terrenos eriazos del Distrito de Pachia
- Oeste: Con terrenos eriazos del Distrito de Pachia

### **3.5.1.3. Características Geográficas**

El Anexo de “*Higuera*”, se ubica en una zona rural con relieve accidentado y a una altitud de 1,250 m.s.n.m. y 3,065 m.s.n.m., con un área de 16,120.80 Has. En la tabla 2 se presenta el área total territorial del Anexo de Higuera de la siguiente forma:

**Tabla 2.**

*Área total que encierra el Perímetro Territorial de la C.C. de Higueraani*

<i>Simbología</i>	<i>Descripción</i>	<i>Superficie (en has)</i>
TC	Terrenos de Cultivo	105,00
PN	Pastos Naturales	-
CA	Cobertura Arbórea	50,00
UNA	Uso no Agrícola	5,00
TD	Terreno Desnudo	15,960.00
MA	Masa de Agua	-
TOTAL		16,120.00

*Nota. La tabla 2 muestra respectivas áreas en los diferentes ámbitos de C.C. de Higueraani. Fuente: SUNARP*

#### **3.5.1.4. Accesos y Vías de comunicación**

En la actualidad, el acceso a Higueraani se vincula con la ciudad de Tacna, capital de la Provincia del mismo nombre, se realiza a través de dos rutas:

- La primera es a través de la ruta: Tacna - Pachia- C.C. Higueraani, haciendo un recorrido total de 40 km.
- La segunda ruta es: Tacna-Celestino Vargas- Tarapacá-Camino vecinal TA-628-PTE. Caplina- Cerro Blanco- Higueraani Bajo- C.C. Higueraani, haciendo un recorrido total de 30 km.

El transporte en cualquiera de las rutas se realiza a través de autos particulares, en un tiempo recorrido de 1 hora aproximadamente, a continuación, en la tabla 3 para

el acceso a Higuera ni se detallan el recorrido en tramo, distancia y tiempo según el tipo de vía:

**Tabla 3.**

*Vías de Acceso a Higuera ni*

<b>TRAMO</b>	<b>DISTANCIA (Km)</b>	<b>TIEMPO (h)</b>	<b>Tipo de vía</b>
Tacna - Pachia- C.C. Higuera ni	40.00	1	Asfaltada- Carrozable-Semi afirmada
Tacna-Celestino Vargas-Tarapacá- Higuera ni	30.00	1	Asfaltada- Afirmado

*Nota.* En la tabla 3 representa la Memoria Descriptiva, Zona Registral N° XIII- Sede Tacna. Fuente: SUNARP

### **3.5.2. Reconocimiento de las instalaciones del Pueblo del Anexo de Higuerani**

Primeramente, se hizo un recorrido por toda la zona en estudio, el Anexo de Higuerani, que cuenta con caseríos al su alrededor, el pueblo en la cual se observa diferentes obras como Local Multiusos, Plaza, Puesto de Salud, y un centro educativo, en este proyecto tomaremos como área de estudio el *Pueblo del Anexo de Higuerani*. Para averiguar cuáles eran las infraestructuras existentes, se realizó una visita al lugar de área de estudio, las cuales se verificó que esta no cuenta con sistema de Red de Alcantarillado sanitario.

Para dar solución al Sistema de Alcantarillado sanitario al pueblo de Higuerani se propone realizar la presente propuesta técnica del diseño del sistema de alcantarillado sanitario y la implementación del tanque biodigestor. Según lo anterior, el sistema estará integrado por la alternativa siguiente.

### **3.5.3. Alternativas y descripción de la propuesta seleccionada para la Red de Alcantarillado**

Todos los componentes de la instalación sanitaria que permite la evacuación de aguas grises provenientes de las viviendas.

Se analizaron las diferentes alternativas para establecer un sistema de alcantarillado que parten de instalaciones domiciliarias diseñadas teniendo en cuenta los criterios de simplificación y reducción de materiales de construcción. A continuación, se describen las posibilidades existentes, así como la propuesta que se considera más viable.

### **3.5.3.1. Descripción general del sistema propuesto**

Comprende colectores de aguas residuales domésticas sedimentadas en un buzón que se coloca entre la instalación en la vivienda y el sistema de red de alcantarillado.

Red de Colectores transmitirán las descargas de aguas residuales del Pueblo de Higuerani, Buzones o Cámaras de Inspección, serán colocados al inicio de cada punto de inicio así, como en cambios de sentido y variación de pendientes demasiadas pronunciadas. Todas las aguas residuales domésticas del área tienen la finalidad de empalmar al punto de descarga mediante el buzón N° 21 que estará ubicado en la parte inferior del área en estudio, las cuales ingresarán a la caja de registro y estas se regularán alternadamente mediante un sistema de 3 válvulas compuertas que se direccionarán hacia las buzonetas Bz.20 y Bz.21 y seguidamente al punto de descarga de los tres tanque biodigestor correspondientes donde se procederá con un tratamiento primario de los residuos sólidos el cuál se direccionará posteriormente al pozo de absorción o zanja de infiltración.

### 3.5.4. Estudios Básicos

#### 3.5.4.1. Levantamiento Topográfico

Para determinar las características de la topografía del lugar de estudio se inició con el levantamiento topográfico del Pueblo del Anexo de Higuera, mismo que nos facilitó obtener el punto de la red inicial de alcantarillado que se muestra en la figura 5, la toma del punto de la ubicación del Biodigestor en la figura 6, replanteo de pasajes y calles en la figura 7 y en la figura 8; replanteo de predios del pueblo del anexo de Higuera.

**Figura 5**

*Toma de Punto de la Red inicial de*



*NOTA.* En la figura 5 muestra la toma del punto inicial de para nuestra topografía.

**Figura 6**

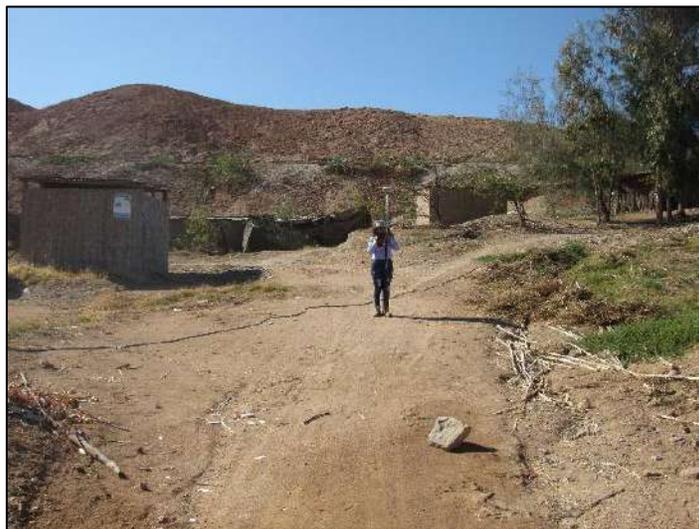
*Toma de Punto de la Ubicación del Biodigestor*



NOTA. En la figura 6 muestra la toma de la ubicación del biodigestor.

**Figura 7**

*Replanteo de pasajes y calles del Pueblo de Higuerani*



NOTA. En la figura 7 se muestra la toma de puntos para el respectivo replanteo.

### Figura 8

#### *Replanteo de Predios del Pueblo de Higueraani (Toma 2)*



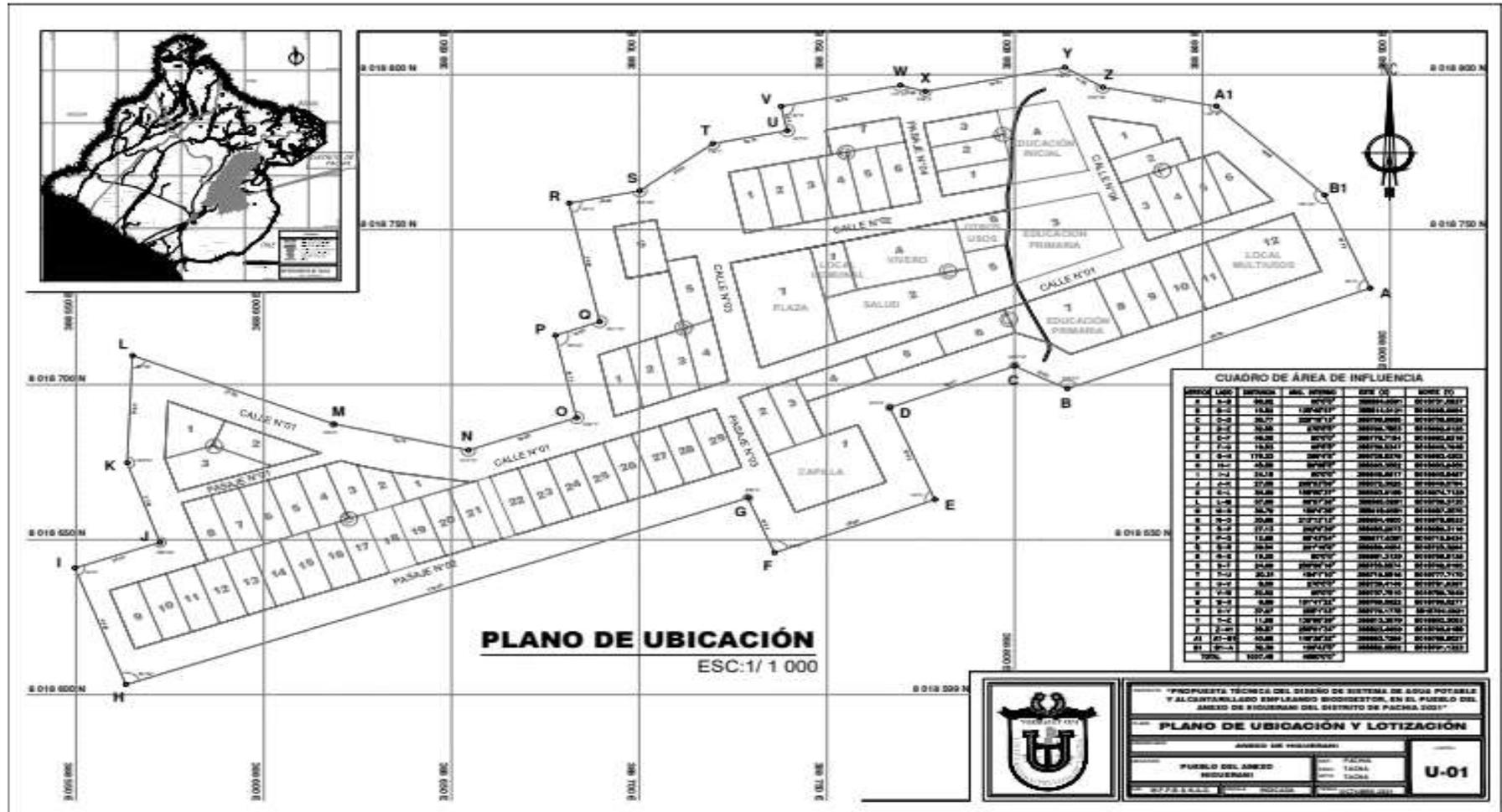
*NOTA.* En la figura 8 se muestra la toma de puntos de los predios para el respectivo replanteo.

El trabajo lo iniciamos con un replanteo con el equipo Trimble R8, usando el datum de referenciación del WGS (84) World Geodesia Sistema (1984). Luego de realizar el respectivo mapeo topográfico se siguió con el trabajo en gabinete utilizando los programas AutoCAD y AutoCAD CIVIL 3D, SewerCAD y Google Earth, en los cuales se transmitirá los datos obtenido del terreno natural mediante un plano que delinea curvas de nivel, inclinación de los tramos de las diferentes calles y pasajes del Pueblo de Higueraani, por lo cual se planteará el sistema de las redes de alcantarillado, buzones y punto de descarga de aguas residuales domésticas (tanque Biodigestor).

A continuación, como resultado del levantamiento topográfico en la figura 9 se muestra el Plano de Ubicación y Lotización de área en Estudio y en la figura 10 Plano de Curvas de Nivel.

Figura 9

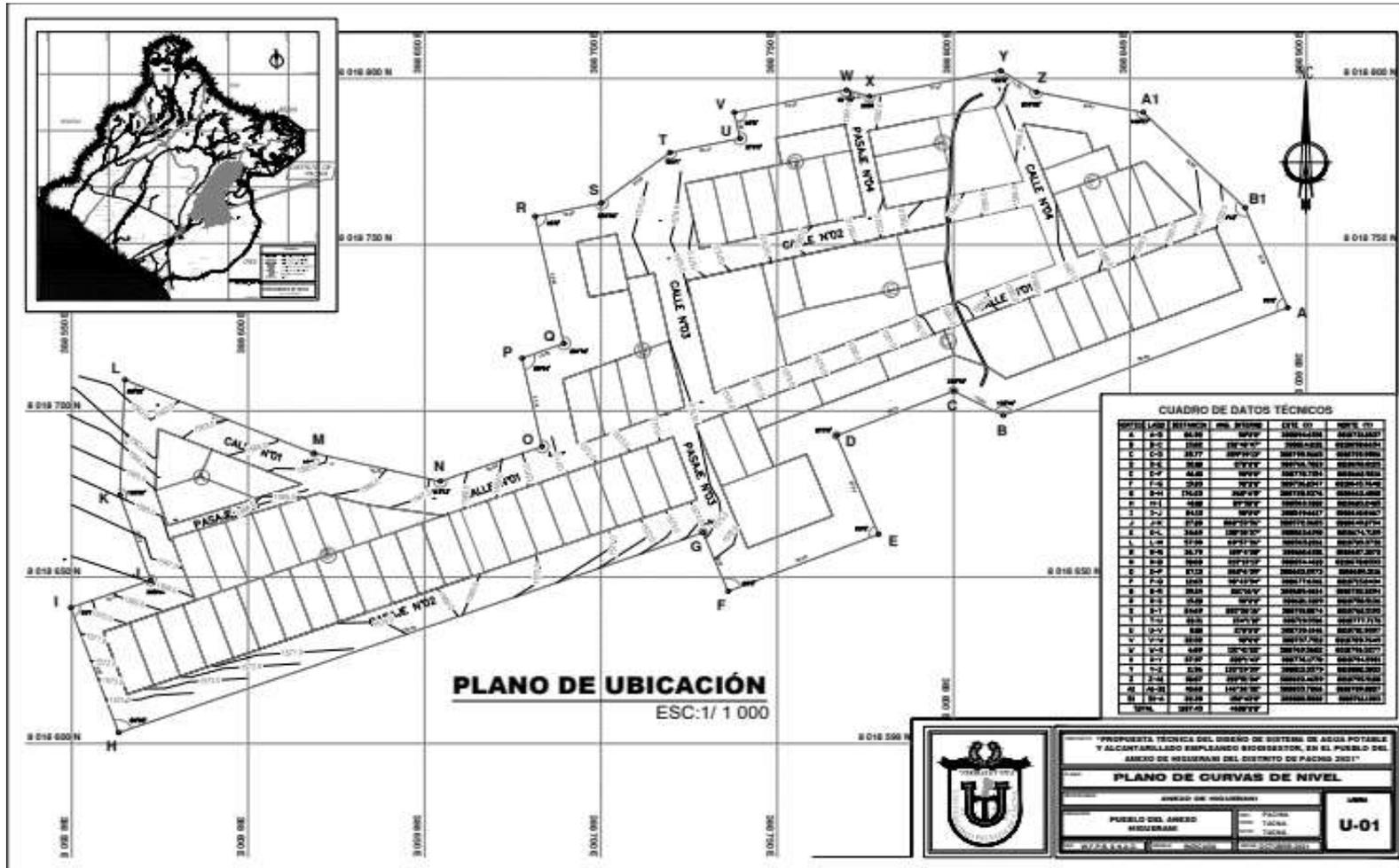
Plano de Ubicación y Lotización de la Zona en Estudio



Nota. En la figura 9 se muestra el respectivo replanteo de la zona de estudio.

Figura 10

Plano de Curvas de Nivel de la Zona en Estudio



NOTA. En la figura 10 se muestra las respectivas curvas de nivel a 1m de la zona de estudio.

### 3.5.4.2. Estudio de Mecánica de Suelos

La investigación del suelo es una de las más importantes, ya que incluye una evaluación visual de las propiedades del suelo, así como la toma de muestras de suelo, para ver si están en una forma cambiante; Estas muestras luego se analizarán en el laboratorio para determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo. Se realizaron dos calicatas en toda el área de estudio de dimensiones 1,50 x 1,50 x 2,00 m profundidad.

Con respecto a los ensayos de laboratorio se ha descubierto 02 principales tipos de suelos: Estratos conformados por gravas mal graduadas con arena y pocos finos.

**Tabla 4**

*Cuadro de Calicatas*

<i>Calicata</i>	<i>Prof. (m)</i>	<i>Nivel Freático</i>	<i>Coordenadas Este</i>	<i>Coordenadas Norte</i>	<i>M.s.n.m</i>
Calicata 1	0,0 – 2,00	No se encontró	388872	8018757	1591,2
Calicata 2	0,0 – 2,00	No se encontró	388567	8018696	1562,5

*Nota.* En la tabla 4 se muestra la ubicación de las calicatas y una breve descripción de ellas.

El objetivo de este estudio es determinar las propiedades del suelo, sobre el que se presentarán las instalaciones sanitarias del centro de la ciudad desde el Anexo Higuerani, permitiendo conocer sus propiedades físicas y mecánicas.

### 3.5.4.2.1. Metodología empleada -Fase de Campo (muestreo)

La exploración y muestreo consistió en hacer calicatas ubicadas en el lugar donde se instalará el Biodigestor. Primero en la parta más alta al punto de descarga de la red inicial (C-1) y segundo en donde se ubicará el Biodigestor (C-2).

**Figura 11**

*Excavación de Calicata C-1, punto de descarga*



*Nota.* En la figura 11 se muestra el inicio de la excavación de lo que será la calicata 1 donde se iniciará el primer punto de descarga de la red inicial.

## Figura 12

*Calicata C-2, Ubicación del Biodigestor*



*Nota.* En la figura 12 se muestra la excavación de la calicata 2 donde se ubicará el punto de descarga.

Para ejecutar los ensayos, eran necesarios disponer de los servicios del laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad Privada de Tacna, sin embargo; ante el estado de Emergencia Sanitario y las prohibiciones de ingreso a las instalaciones de la misma, se contó con los servicios del Laboratorio *técnicos consultores del sur s.c.r.l.* (Tecosur s.c.r.l.).

Para el buen estudio de suelos fueron necesarios realizar los siguientes ensayos según sus propiedades:

***i. Propiedades físicas:***

- a. Densidad In Situ:** Se hicieron 02 pruebas de densidad in situ, logrando dar como resultados valores que se adjuntan en los anexos.
- b. Test de percolación:** con la finalidad de determinar la velocidad de infiltración del agua en el suelo, se procedió a las excavaciones y acondicionamiento de las calicatas para el inicio de la prueba con el siguiente procedimiento: Se excavó 01 calicata de dimensiones cuadradas de 1,50 m x 1,50 m con una profundidad efectiva de 2,00 m. Preparación del cubeto de 0,30 x 0,30 x 0,30 m de profundidad para el inicio de la prueba. Se procedió a perfilar las paredes del cubeto con la finalidad de evitar la erosión, ello se logró con maderas adaptadas al cubeto, lo cual permitió dar forma al cubeto requerido en el procedimiento de trabajo. La saturación y expansión del suelo se efectuó cuidadosamente adicionando agua limpia el cubeto acondicionado hasta una altura de 0,15 m sobre la capa de por ser suelo arenoso se tuvo que tomar medidas de descenso cada 10 minutos tal como lo señala la Norma Técnica IS.020. los resultados se adjuntan en los anexos.
- c. Granulometría:** Se determina que la contextura de los diferentes estratos que contiene el suelo son diferentes. La minuciosidad de este ensayo conlleva a que se realice una buena clasificación de suelos, así como también para poder construir la curva granulométrica de los agregados con los datos calculados. Se realizaron 02 ensayos granulométricos, las cuales se muestran en la figura 13 del ensayo de granulometría de agregado fino y en la figura 14 del ensayo de granulometría por tamizado. Para el presente ensayo los equipos utilizados fueron: un juego de tamices normalizados, Balanza con precisión 0,1 g, bandeja metálica, poruña, recipientes y escobilla.

**Figura 13**

*Ensayo de Granulometría, Agregado Fino C-2*



*Nota.* En la figura 13 se realizó el ensayo de granulometría en el laboratorio de Tecosur s.c.r.l.

**Figura 14**

*Ensayo de Granulometría por Tamizado C-1*



*Nota.* En la figura 14 se muestra el cuarteo respectivo de la muestra tomada en campo.

**d. Límites de Consistencia:** Los límites se basan en el concepto de que en suelos finos solo puede contener cuatro estados sólidos dependiendo de su contenido de humedad. Por lo tanto, el suelo está en esta seca. Cuando se agrega agua moderadamente, se convierte en semisólido, plástico, y finalmente líquido. El contenido de humedad en el punto de transición de un estado a otro se denomina límite de Atterberg.

Este ensayo permitirá estudiar estas características de plasticidad de los suelos, como afectados por las variaciones en el contenido de humedad del suelo.

- **Límite Líquido (LL):** se define como el contenido de agua en el suelo para que la ranura practicada, se cierre a lo largo de  $\frac{1}{2}$ " en 25 golpes en la copa de casa grande.

Esta propiedad se mide en laboratorio mediante un procedimiento estandarizado, en este procedimiento se deposita una mezcla de suelo y agua que se deposita en la Cuchara de Casagrande, y se golpea continuamente contra la base de la máquina, haciendo girar la manivela, hasta que la zanja que previamente se ha recortado, se cierra en una longitud de 12 mm ( $\frac{1}{2}$ "). Si el número de golpes para que se cierre la zanja es 25, la humedad del suelo (razón peso de agua/peso de suelo seco) corresponde al límite líquido. Dado que no siempre es posible que la zanja se cierre en la longitud de 12 mm exactamente con 25 golpes. La figura 15 muestra el uso del aparato Casagrande.

Los materiales y equipos utilizados para el ensayo: Dispositivo mecánico Aparato de Casagrande, acanaladores: Tipo ASTM, Tipo Casagrande o laminar, Horno de secado, temperatura constante 110 °C, Balanza de precisión, aproximación 0, 01 g, Recipientes metálicos, Se usan diferentes materiales como pera de caucho, franela, vidrio especial, agua destilada y espátula.

**Figura 15**

*Enrase de la pasta en la Copa Casagrande*



*Nota.* En la figura 15 la muestra es pasada por el tamiz 40, preparadas previamente con agua, se usó la espátula para lograr obtener una semi pasta homogénea y densa.

- **Límite Plástico (LP):** Es el contenido de humedad para lo cual la muestra obtiene una mejor consistencia plástica.

Para esto, se realiza una mezcla de agua y suelo, la cual se amasa entre los dedos o entre el dedo índice y una superficie inerte (vidrio), hasta conseguir un cilindro de 3 mm de diámetro. Al llegar a este diámetro, se desarma el cilindro, y vuelve a amasarse hasta lograr nuevamente un cilindro de 3 mm. Esto se realiza consecutivamente hasta que no es posible obtener el cilindro de la dimensión deseada. Con ese contenido de humedad, el suelo se vuelve quebradizo (por pérdida de humedad) o se vuelve pulverulento. Se mide el contenido de humedad, el cual se contempla en el Límite Plástico. Este procedimiento debe realizarse al menos tres veces para reducir los errores de interpretación o medición.

- **Índice Plástico (IP):** Se define como la diferencia entre los límites de plasticidad.

Los valores de LL e IP definen la plasticidad del suelo está en la respectiva tabla de plasticidad.

- e. **Ensayo de Contenido de Humedad:** Es la densidad de la masa de agua en la muestra, relativa a la masa seca de la muestra.

La humedad del suelo se expresa como un porcentaje entre el peso del agua contenida en un volumen dado de suelo y el peso de las partículas sólidas. El método tradicional para medir la humedad del suelo en el laboratorio es el secado con calor moderado. El contenido de humedad normal nos permite saber si el área muestreada está saturada o parcialmente saturada, por lo que no nos permite saber cuánta agua contienen las diferentes capas de suelo en estudio. Los equipos y/o materiales utilizados para este ensayo son: Muestra de suelo, Balanza, Espátula y Cocina. Las cuales de muestran en la figura 16.

**Figura 16**

*Ensayo de Contenido de Humedad C-1 y C-2*



*Nota.* En la figura 16 se muestra las respectivas muestras para el ensayo de contenido de humedad.

## **ii. Propiedades mecánicas**

- a. Ensayo de Corte Directo:** Es una característica de la destrucción de la tierra a lo largo de los planes deslizantes. De acuerdo con el principio general, los suelos tienen características mixtas, lo que significa que tienen cohesión interna y fricción al mismo tiempo, se les asigna una regla de resistencia, por la ecuación:

$$S = C + \sigma \tan (\phi) \quad ( 1 )$$

*Donde:*

S: Esfuerzo cortante sobre el fallo de falla (KN/m<sup>2</sup>).

$\sigma$ : Esfuerzo cortante normal sobre plano de falla (KN/m<sup>2</sup>).

c: Cohesión

$\tan(\phi)$ : Pendiente de la recta

- b. Ensayo de Compresión Simple:** Implica aplicar una fuerza axial a la pieza de prueba, la muestra, para conocer las propiedades de tensión, deformación y resistencia del suelo. La prueba es fácil de realizar y no requiere equipos complejos para pruebas triaxiales.

### **3.5.5. Cálculo Hidráulico- Parámetros de Diseño para Alcantarillado**

Se realizó el cálculo hidráulico usando la fórmula de Manning, las cuales se determinó que diámetros de tuberías se usaría así, como la pendiente y las longitudes; y con respecto a los buzones de concreto: se decidió el número de cantidad y dimensión, el caudal máximo horario, velocidad de flujo, entre otros, se consideraron los estándares de diseño para

sistemas de agua para consumo humano establecidos según el diseño de la Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural.

Finalmente, se procede a la instalación del Biodigestor, que también incluye un pozo de flujo, donde, entre otras cosas, se determinará el período de retención hidráulica y el volumen y volumen del Biodigestor. Por lo tanto, se presentará el diseño de la propuesta final del sistema de alcantarillado.

#### **a. Descripción del pueblo del anexo Higuerani**

*El pueblo del anexo de Higuerani del distrito de Pachía, cuenta con un total de 73 predios, en donde se tiene 44 lotes, 1 Plaza, 1 local comunal, 1 vivero, 1 puesto de salud, 3 áreas destinados para Educación y 1 local Multiusos. Al realizar un empadronamiento masivo en el área de influencia, se determinó la cantidad de 64 viviendas.*

#### **b. Densidad poblacional**

Representa la cantidad de habitantes que existen por cada vivienda, y es el punto de partida de la población que existe actualmente; en este caso, así como se muestra en la tabla 5, se tomó en consideración al Plan Maestro Optimizado de la EPS Tacna S.A. con una densidad poblacional de 3,93 Hab./Viv. para la localidad de Pachía.

**Tabla 5***Cobertura del Servicio de Agua Potable por Localidad*

<i>Localidad</i>	<i>Población urbana</i>	<i>Agua potable</i>			
		<i>Número de conexiones</i>	<i>Hab / vivienda</i>	<i>Población servida</i>	<i>Cobertura %</i>
Tacna	299 854	93 754	3,21	291 836	97,3 %
Locumba	2 602	484	5,4	2 354	90,5%
Pachía	1 964	517	3,93	1 957	99,6%
<b>Total</b>	<b>304 420</b>	<b>94 755</b>	-	<b>296 147</b>	<b>97,3%</b>

*Nota.* Esta figura se toma la densidad poblacional por localidades. *Fuente:* Plan Maestro Optimizado de la *EPS Tacna S.A.*

**c. Población inicial**

Considerando que ya se tiene la densidad población del *Pueblo del Anexo de Higuera del Distrito de Pachia*, se realizó el cálculo de la población inicial del proyecto, tal como se indica en la tabla 6.

**Tabla 6***Población Inicial del Proyecto*

<i>Año</i>	<i>N° viviendas</i>	<i>N° de habitantes por lote</i>	<i>Población (hab)</i>
2021	64	3,93	<b>252</b>

*Nota.* En la tabla 6 representa la población actual por Vivienda considerando la densidad poblacional por habitante por lote de 3,93 hab/viv.

#### **d. Tasa de crecimiento**

El crecimiento de la población es el resultado de la dinámica demográfica, es decir, la relación entre el nacimiento, la muerte y la migración que se produce durante un período determinado. La población aumenta debido a los nacimientos, y de las inmigraciones, y disminuye en consecuencia de las defunciones y emigraciones de acuerdo con lo mostrado en la tabla 7 que indica el censo realizado en los años 1981, 1993, 2007 y 2017 muestra que la tasa de crecimiento anual en Tacna del 2007 al 2017 es de 1,5%.

**Tabla 7** Población Censada y Tasa de Crecimiento Promedio Anual de las 20 Provincias más Pobladas- 1981,1993,2007 y 2017

Provincia	Población				Tasa de crecimiento promedio anual (%)		
	1981	1993	2007	2017	1981-1993	1993-2007	2007-2017
Lima	4 164 597	5 706 127	7 605 742	8 574 974	2,7	2,0	1,2
Arequipa	498 210	676 790	864 250	1 080 635	2,6	1,7	2,3
Prov. Const. Del callao	443 413	639729	876 877	994 484	3,1	2,2	1,3
Trujillo	431 844	631989	811 979	970 016	3,2	1,8	1,8
Chiclayo	446 008	617881	757 452	799 675	2,8	1,4	0,5
Piura	413 688	544 907	665 991	799 321	2,3	1,4	1,8
Huancayo	321 549	437 391	466 346	545 615	2,6	0,4	1,6
Maynas	260 331	393 496	492 992	479 866	3,5	1,6	-0,3
Cusco	208 040	270 324	367 791	447 588	2,2	2,2	2,0
Santa	275 600	338 951	396 434	435 807	1,7	1,1	1,0
Ica	177 897	244 741	321 332	391 519	2,7	1,9	2,0
Coronel portillo	138 541	248 449	333 890	384 168	5,0	2,1	1,4
Cajamarca	168 196	230 049	316 152	348 433	2,6	2,3	1,0
Sullana	194 549	234 562	287 680	311 454	1,6	1,4	0,8
San román	102 988	168 534	240 776	307 417	4,2	2,5	2,5
Tacna	110 572	188 759	262 731	306 363	4,6	2,3	1,5
Lambayeque	158 089	210 537	259 274	100 170	2,4	1,5	1,5
Huánuco	137 859	223 339	270 233	293 397	4,1	1,3	0,8
Huamanga	128 813	163 197	221 469	282 194	2,0	2,2	2,5
Cañete	118 126	152 378	198 811	231 731	2,1	1,9	1,5

*Nota.* En la tabla 7 fue tomada del Instituto Nacional de Estadística e Informática – Censos Nacionales de Población y Vivienda.

### e. Población de diseño

Para el pronóstico de población de referencia, tome la tasa de crecimiento poblacional anual preparada por el Instituto Nacional de Estadística e Informática y obtenga el valor 1,5%; También se espera que la vida útil sea de 20 años. El método utilizado es el método aritmético teniendo en cuenta los criterios técnicos de diseño: alternativas tecnológicas para los sistemas de alcantarillado rural del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Luego, en la Tabla 8, se presenta la población futura para el diseño de esta tesis y la cual indica 340 habitantes.

**Tabla 8**

*Población Futura*

	<b>Años</b>	<b>Población (hab.)</b>
0	2021	252
1	2022	256
2	2023	260
3	2024	264
4	2025	268
5	2026	272
6	2027	276
7	2028	280
8	2029	284
9	2030	288
10	2031	292
11	2032	296
12	2033	300
13	2034	305
14	2035	310
15	2036	315
16	2037	320
17	2038	325
18	2039	330
19	2040	335
20	2041	340

## f. Dotación de agua

Según la OS.100 “Consideraciones básicas de diseño de infraestructura básica” nos dice que la dotación promedio diario anual por habitante, se tomará a base de estudios justificados, sustentando en informaciones de estadísticas comprobadas el cual se tomó el dato de densidad poblacional del Plan Maestro Optimizado de la Eps Tacna S.A. Periodo (2018-2023).

Se tomó también la asignación de consumo del Estudio Tarifario de La Sunass (2019-2024); para obtener una dotación real de consumo, logrando obtener una dotación de 90,00 y bajo los lineamientos de la Norma Técnica de Diseño, Opciones tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural que se presenta en la tabla 9.

**Tabla 9**

*Dotación según Tipo de Opción Tecnológica*

<i>Región</i>	<i>Dotación según tipo de opción tecnológica (l/hab. d)</i>	
	<i>Sin arrastre hidráulico (compostera y hoyo seco ventilado)</i>	<i>Con arrastre hidráulico (tanque séptico mejorado)</i>
Costa	60	<b>90</b>
Sierra	50	80
Selva	70	100

*Nota.* En la tabla 9 nos muestra la dotación de agua por región en litros por habitante por día. Fuente: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural del Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento.

### g. Variaciones de consumo

Para los abastecimientos por conexiones de viviendas, los coeficientes de las variaciones de consumo son tomados en base a los análisis de información estadística obtenidas del ítem 1,5 e ítem 1,6.

#### - Consumo promedio diario ( $Q_p$ )

Es la relación entre el volumen del flujo de una jornada completa (de 0 a 24 horas) y la duración correspondiente.

$$Q_p = \frac{(Dot) * (Pd)}{86400} \text{ lts/seg} \quad (2)$$

$$Q_p = 0,52 \text{ lts/seg}$$

*Donde:*

Dot: Dotación del agua (l/hab/día)

$Q_p$ : Caudal promedio diario anual (l/s)

Pd: Población de diseño (hab)

#### - Consumo máximo diario ( $Q_{md}$ ) y horario ( $Q_{mh}$ )

Se define como el día de consumo máximo de una serie de registros observados durante 365 días en un año y el período de consumo máximo para el día de consumo máximo correspondiente.

$Q_{md}$  = Consumo máximo diario (l/s)

$$Q_{md} = 1,3 * Q_p \quad (3)$$

$$Q_{md} = 0,68 \text{ l/s}$$

*Donde:*

$Q_p$ : Caudal promedio diario anual (l/s)

$Q_{md}$ : Consumo máximo diario (l/s)

$Q_{mh}$  = Consumo máximo horario (l/s)

$$Q_{mh} = 2 * Q_p \quad (4)$$

$$Q_{mh} = 1,04 \text{ l/s}$$

*Donde:*

$Q_p$ : Caudal promedio diario anual (l/s)

$Q_{mh}$ : Consumo máximo horario (l/s)

### 3.5.5.1. Cuadro de Caudal Unitario de Consumo Doméstico

Para el caudal unitario de consumo doméstico, en la tabla 10 se muestra que será 0,0163 litros por segundo lote.

**Tabla 10.***Caudal Unitario de Consumo*

<i>Caudal unitario de consumo</i>		
Dotación	90,00	Lts/hab/día
# lotes	64,00	
Densidad por lote	3,93	hab/lote
Coefficiente De variación horaria	2,00	
Población Final	340,00	hab
Caudal Máx. Horario	1,04	l/s
<b><i>Caudal unitario = 0,0163 l/s/lote</i></b>		

*Nota.* En la tabla 10 mostramos el caudal unitario de consumo que se introducirá en el modelado con SewerCad de la red de alcantarillado propuesta.

**3.5.5.2. Cuadro de Resumen de Caudales No Doméstico**

En la tabla 11 se indica el resumen de caudal no doméstico total a utilizar según las áreas correspondientes para el desarrollo de la tesis.

**Tabla 11***Resumen de Caudales No Doméstico*

<i>Áreas</i>	<i>Área total (m<sup>2</sup>)</i>	<i>Dotación (l/día.m<sup>2</sup>)</i>	<i>Caudal (l/s)</i>
Serpar	719,58	2,00	0,0042
Otros usos	1796,42	6,00	0,0312
Educación	1488,78	20,00	0,0862
Salud	483,01	30,00	0,0419
<b>TOTAL</b>			<b>0,1634</b>

*Nota.* En la tabla 11 tenemos el resumen de caudales no doméstico de las diferentes áreas que se presenta en C.C. Higuera.

### 3.5.5.3. Cuadro de resumen de Caudales

En la tabla 12 se indica que el Caudal Máx. Horario para el desarrollo de la tesis es 1,37 litros por segundo.

**Tabla 12.**

*Cuadro de resumen de Caudales*

<i>Caudales</i>	<b>Qp</b>	<b>Qmd</b>	<b>Qmh</b>
Consumo doméstico	0,52	0,68	1,04
Consumo no doméstico	0,16	0,21	0,33
<b>Total</b>	<b>0,68</b>	<b>0,89</b>	<b>1,37</b>

*Nota.* En la tabla 12 muestra el caudal total que tomaremos para el respectivo modelado.

### 3.5.5.4. Criterio de Diseño para Alcantarillado

#### a. Caudal de contribución al desagüe

Se considera toda la red mostrada en el respectivo plano.

- ***Coefficiente de reingreso recomendado (C)***

Teniendo en cuenta la cantidad real de agua doméstica consumida, la tasa de cobertura de los servicios de alcantarillado y la cantidad de aguas residuales provistas por la población no conectada, se calculará la cantidad de aguas residuales domésticas.

Según el Código Nacional de Edificación (RNE), el 80% del consumo neto se destina al alcantarillado, por lo que el factor de captación es de 0,8.

Se asumirá un coeficiente de reingreso de 0,80

- **Caudal promedio de desagüe ( $Q_D$ )**

El consumo unitario, se obtiene mediante la siguiente relación

$$Q_D = C Q_{mh} \quad (5)$$

$$Q_D = 0,80(1,37)$$

$$Q_D = 1,09 \text{ l/s}$$

*Donde:*

$Q_D$ : Caudal promedio de desagüe (l/s)

$Q_{mh}$ : Consumo máximo horario (l/s)

**b. Caudal por infiltración**

Para el caudal de infiltración se tomará el valor de cero por ser de PVC el material a utilizarse.

A continuación, en la tabla 13 se muestra que de acuerdo con el modelado y diseño proyectado resulta que el total de buzones es 19 con caudal de 0,11 litros por segundo.

El caudal de infiltración en los buzones es:

$$Q_c = \frac{500B}{86400} \quad (6)$$

$$Q_c = \frac{500(19)}{86400}$$

$$Q_c = 0.11 \text{ lts/seg.}$$

Donde:

$B$  : Número total de buzones

**Tabla 13**

*Total de Buzones*

Descripción	Nº de buzones
Colectores y emisores	19
Total	19

*Nota.* En la tabla 13 se muestra la cantidad total de buzones.

### c. Coeficiente de fricción

Se realizaron simulaciones hidráulicas, que tiene como finalidad evaluar el deslizamiento en la superficie de un material:

- PVC - UF : 0,010

### 3.5.5.4.1. Implementación del Tanque Biodigestor

#### a. Caudal de Diseño

Por ser de zona rural, se consideró una dotación de 90 lts/hab./día, para cubrir las necesidades de los pobladores del Pueblo del Anexo de Higuerani.

Según al plano de Lotización se consideró 64 lotes proyectados de densidad poblacional de 3,93 habitantes por vivienda y con una población de diseño de 340 habitantes.

#### b. Diseño de la Capacidad del Biodigestor

Para el diseño de la capacidad del Biodigestor se consideraron los siguientes valores:

*Considerando solo consumo doméstico:*

$$\text{Desagüe (Qmh)} = 1,04 \text{ l/s} \times 0,80 \times (60 \times 60 \times 6) = 17\,971,20 \text{ lts/día}$$

*Considerando consumo doméstico y aportes generales:*

$$\text{Desagüe (Qmh)} = 1,37 \text{ l/s} \times 0,80 \times (60 \times 60 \times 6) = 23\,619,56 \text{ lts/día}$$

*Cálculo de número de biodigestores:*

$$\text{Promedio de Caudal de Desagüe} = (23\,619,56 + 17\,971,20) / 2 = 20\,795,38 \text{ lts/día}$$

$$\text{Nº de tanques biodigestores} = 20\,795,38 / 7000 = 2,97 \approx 3 \text{ unidades.}$$

Consideramos como tiempo de residencia del agua residual 6 horas con un sistema en paralelo para los biodigestores.

### c. Dimensiones de caja de Registro de Lodos

Considerando los parámetros mínimos de dimensionamiento de la Caja de Registro de Lodos que se pueden encontrar en el Manual de Instalación y Mantenimiento de Rotoplast en la tabla 14 se muestra el dimensionamiento de Caja de Registro de Lodos con las dimensiones de 2,00 x 2,00 x 0,85 (Dimensiones de extremo a extremo).

**Tabla 14**

*Dimensiones de Caja de Registro de Lodos por Rotoplast*

Dimensión (m)	600 litros	1300 litros	3000 litros	7000 litros
a (m)	0,60	0,60	1,00	1,50
b (m)	0,60	0,60	1,00	1,50
h (m) *	0,30	0,60	0,60	0,70
Volumen de evacuación de Lodos	1	184	800	1500

*Nota.* En la tabla 14 se muestra las consideraciones mínimas que se debe considerar para el dimensionamiento de la Caja de Registro de Lodos. Fuente: Rotoplas.

#### d. Diseño del Pozo de Absorción

*Tiempo de retención Hidráulico (PR)*

Tomando en cuenta que el tiempo de retención mínimo es de 6 horas

$$PR = 1,5 - 0,3 * \text{Log}(P * q) \quad (7)$$

$$PR = 1,5 - 0,3 * \text{Log} (340 * 0,0122 * 60 * 60 * 6) = 0,01 \text{ días}$$

*Donde:*

PR: Tiempo promedio de retención (días)

P: Población servida (hab)

q: Caudal de aporte unitario (l/hab/día)

*Volumen requerido para la sedimentación (Vs)*

$$Vs = 10^{-3}(P * q) * PR \quad (8)$$

$$Vs = 10^{-3}(340 * 0,0122 * 60 * 60 * 6) * 0,01 = 1,24 \text{ m}^3$$

*Donde:*

Vs: Volumen requerido para la sedimentación (m<sup>3</sup>)

PR: Tiempo promedio de retención (días)

P: Población servida (hab)

q: Caudal de aporte unitario (l/hab/día)

*Volumen de digestión y almacenamiento de lodos (Vd)*

El tiempo mínimo de remoción de lodos es de 1 año y la tasa de acumulación de lodos considerado 57 de los parámetros mínimos de la norma IS.020.

$$Vd = ta * 10^{-3} * P * N \quad (9)$$

$$Vd = 57 * 10^{-3} * 340 * 1 = 19,38 \text{ m}^3$$

*Donde:*

Vd: Volumen de digestión y almacenamiento de lodos (m<sup>3</sup>)

P: Población servida (hab)

N: Intervalo deseado entre operaciones sucesivas (años)

ta: Tasa de acumulación de lodos (l/hab. año)

*Volumen del pozo de absorción (Vp)*

$$Vp = \pi * r^2 * h \quad (10)$$

$$Vp = \pi * (1,20)^2 * 4,30$$

$$Vp = 19,45 \text{ m}^3$$

*Donde:*

Vp: Volumen del pozo de absorción (m<sup>3</sup>)

r: Radio (m)

h: Altura (m)

*Profundidad libre de espuma sumergida y libre de lodo*

Tomando en cuenta la normativa se consideró parámetros mínimos de 0,10 m de profundidad libre sumergida y 0,30 m de profundidad libre de lodo.

*Volumen del pozo de absorción Final (Vp)*

$$Vp = \pi * (1,20)^2 * (4,30 + 0,15 + 0,30) = 21,51 \text{ m}^3$$

**e. Test de Percolación**

Se realizó en un cubeto de 0,30 x 0,30 x 0,30 m de profundidad en un tiempo de 60 minutos siendo resultante 4,29 minutos por centímetros:

$$TP = \frac{T}{H} \quad (11)$$

$$TP = \frac{T}{H} = \frac{60}{14}$$

$$TP = 4,29 \text{ min/cm}$$

*Donde:*

TP: Tasa de percolación (min/cm)

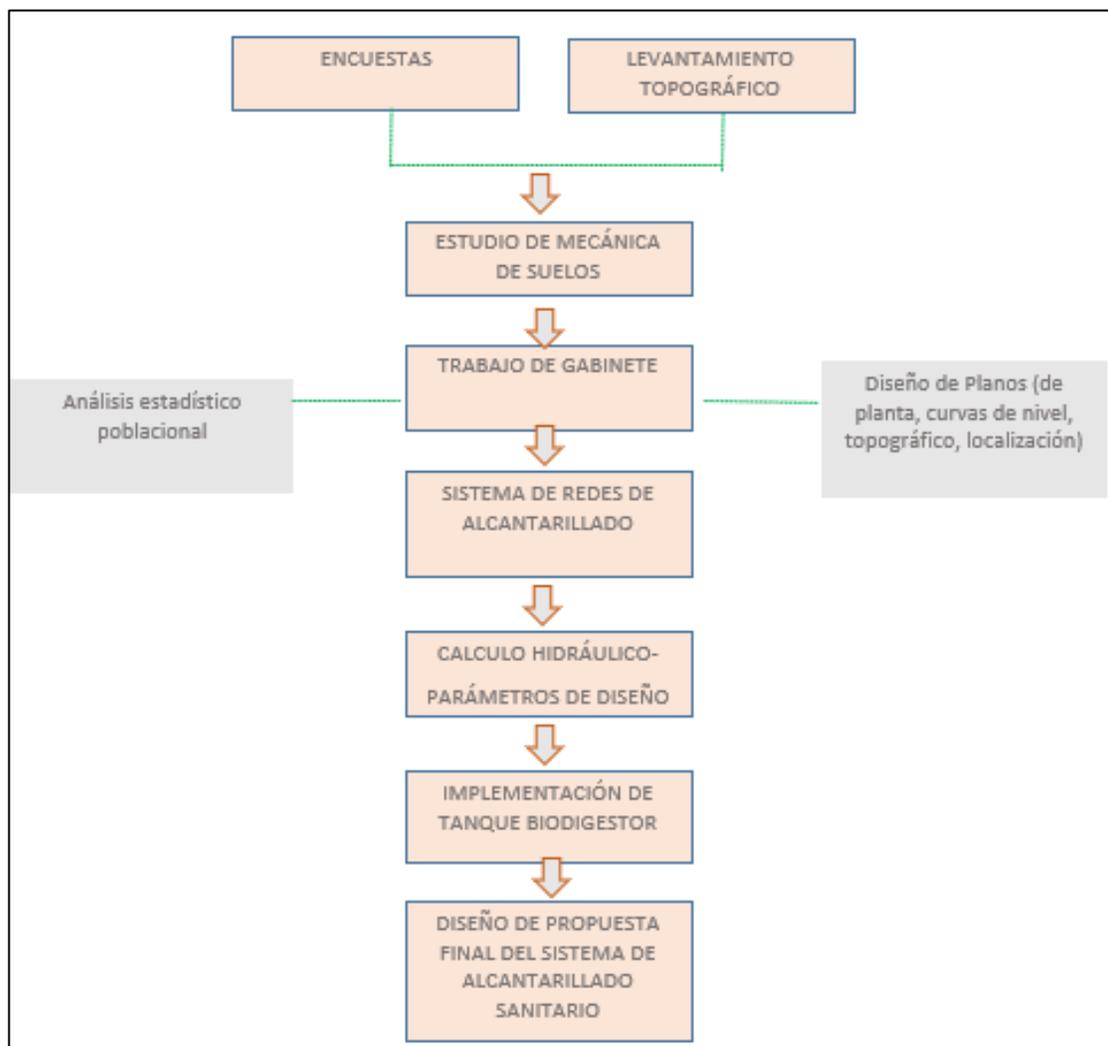
T: Tiempo (min)

H: Altura (cm)

A continuación, en la figura 20 se muestra el Plan de Análisis que se siguió para obtener nuestro respectivo objetivo.

**Figura 17**

*Plan de Análisis para la elaboración de Tesis*



*Nota.* En la figura 20 se presenta el diagrama del Plan de Análisis muestra el orden en el que se realizaron dichas actividades realizadas durante la elaboración de la presente Tesis siguiendo un orden.

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS

### 4.1. Estudio de Mecánica de Suelos

**Tabla 15**

*Peso Unitario Húmedo (Densidad in Situ)*

<i>Ensayo de densidad in situ</i>			
<i>Muestra</i>	<i>Unidad</i>	<i>C-01</i>	<i>C-02</i>
Peso de arena + cono de densidad	g	8 369,00	8 870,00
Peso de arena remanente + cono de densidad	g	2 305,00	2 500,30
Peso de la arena empleada	g	6 064,00	6 369,70
Peso de arena en el embudo	g	1 743,00	1 743,00
Peso de arena en el hoyo	g	4 321,00	4 626,70
Densidad de la arena	g./cm <sup>3</sup>	1,50	1,50
Volumen en el hoyo	cm <sup>3</sup>	2 880,67	3 084,47
Peso de la muestra extraída	g	4 771,00	5 517,30
Densidad húmeda In situ	g/cm <sup>3</sup>	1,66	1,79

*Nota.* La tabla 15 muestra los resultados de una prueba de densidad in situ para determinar la densidad húmeda del suelo, que, en condiciones naturales por unidad de volumen, rinde 1,66 y 1,79 g / cm<sup>3</sup>, respectivamente. El método utilizado fue el cono de arena, de acuerdo con las recomendaciones ASTM D-1556-00.

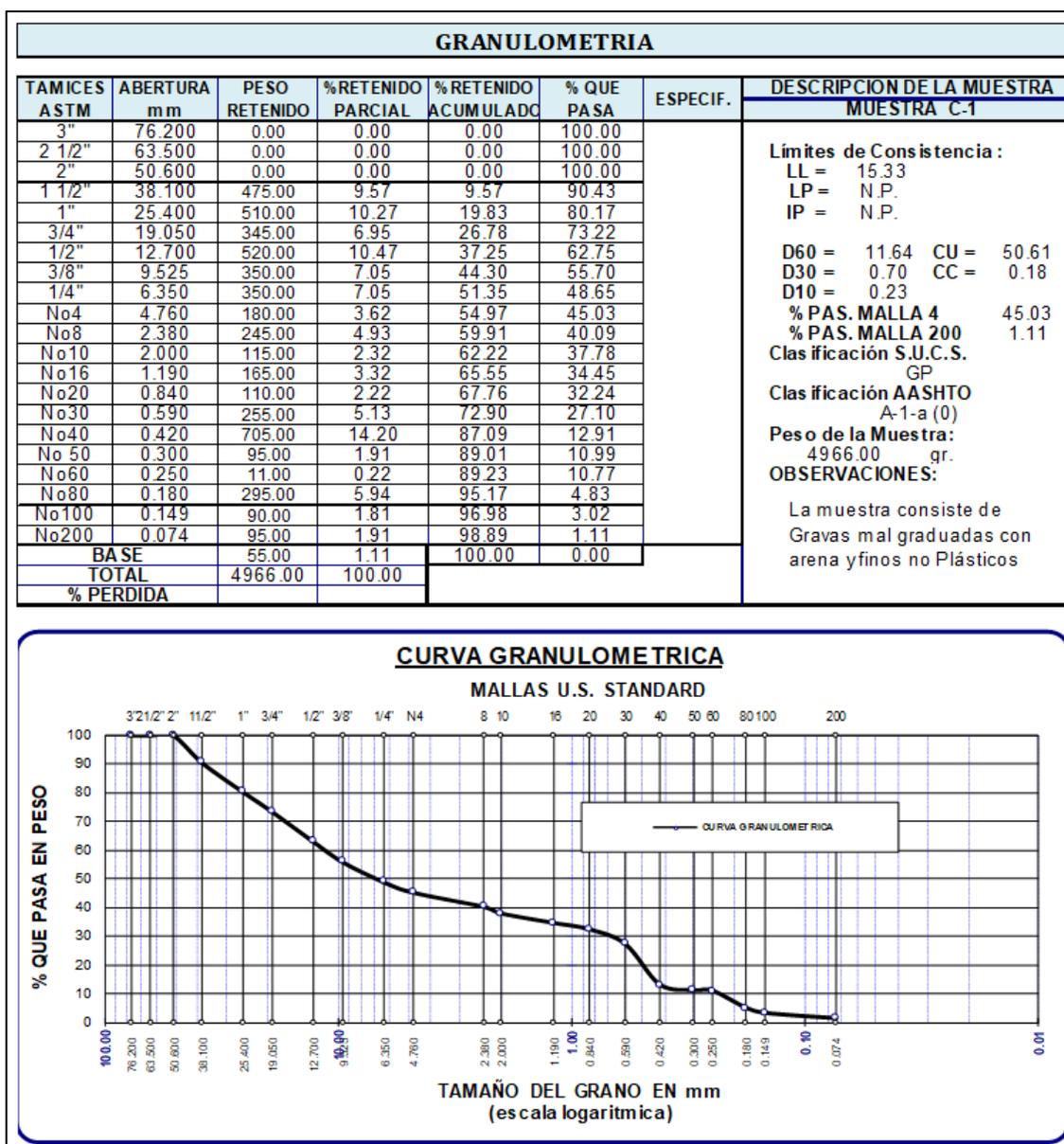
**Tabla 16***Registro de descenso de agua para Tasa de Infiltración*

N°	Tiempo (min)	Alturas (cm)		
		inicial	Final	Intervalo
1	10.00	30.00	27.00	3.00
2	10.00	27.00	24.70	2.30
3	10.00	24.70	22.30	2.40
4	10.00	22.30	21.20	1.10
5	10.00	21.20	18.00	3.20
6	10.00	18.00	16.00	2.00
Total	60.00		TOTAL	14.00

**Nota.** En la tabla 16 se presenta el test de infiltración realizada en la Calicata N° 02 para la obtención de la Tasa de infiltración, dando como resultado 4.29 min/cm. Por lo tanto, la clasificación de terreno según la Norma IS.020 es Medio, por consiguiente, es apto para la construcción de pozo de absorción.

Figura 18

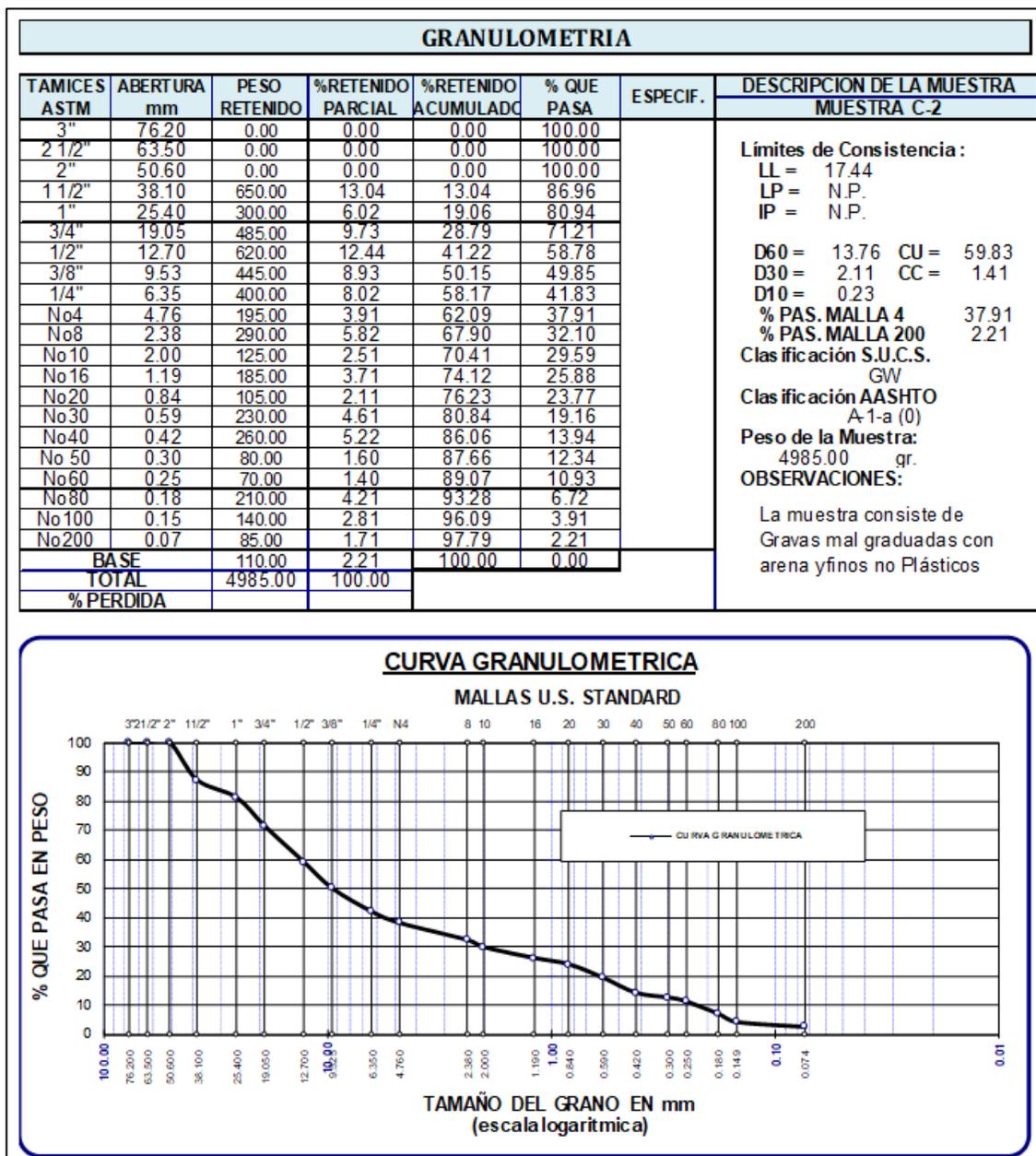
Granulometría de la Calicata C-1, Red inicial



Nota. En la figura 21 se muestran los resultados de una prueba de tamaño de partícula realizada en el laboratorio de Suelos de Tecosur, que analizó el tamaño de partícula clasificando la separación y tamaño de las partículas que componen la muestra C-1 de la parrilla que inicialmente se identificó como clasificada como grava mal graduada a arcilla triturada, muy suelta, con gránulos pequeños, redondos, de color marrón oscuro, en presencia de pernos al 15% con un tamaño máximo de 40 cm (GP), se debe tener en cuenta que es para probar solo de acuerdo con las recomendaciones de ASTM D-422-63 (1998).

Figura 192

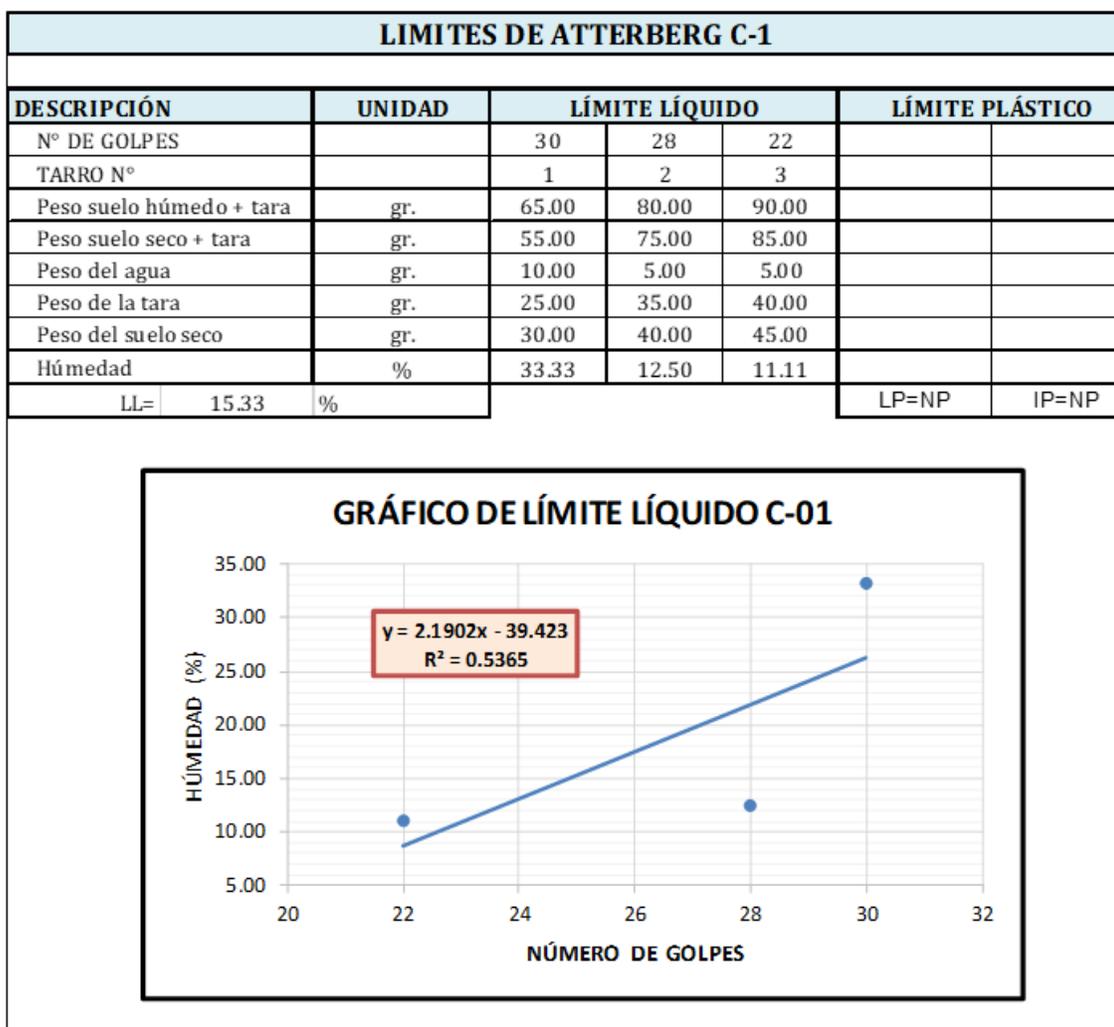
Ensayo de Granulometría Calicata C-2, Ubicación del Biodigestor



Nota. En la figura 22 se muestra el resultado del ensayo de granulometría realizado en la calicata C-2 para la ubicación del Biodigestor, se ha determinado que es de clasificación Grava bien graduada, mezcla de gravas y arena con poco o nada de finos.

Figura 20

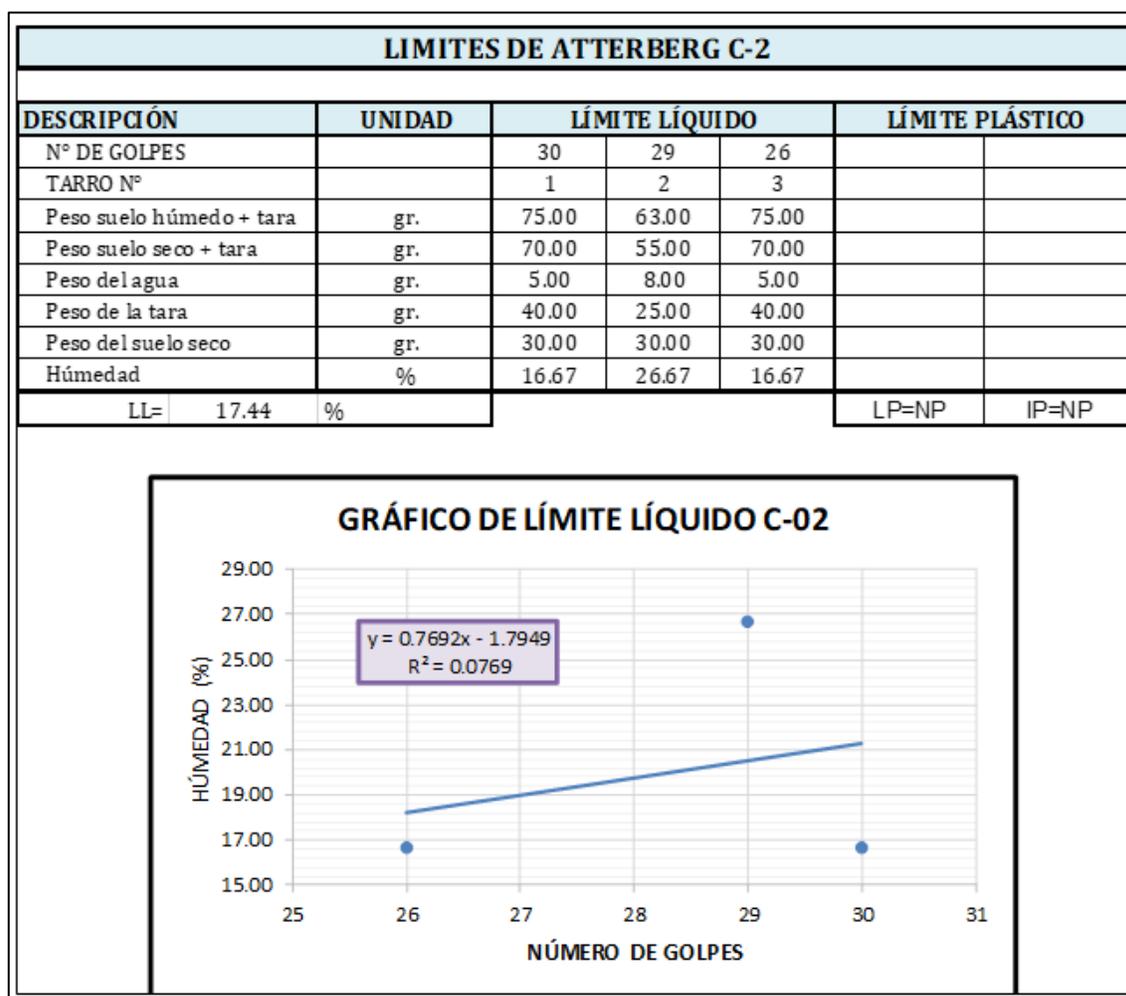
Ensayo de Límites de Consistencia Calicata C-1



*Nota.* En la figura 23 se muestra el resultado de la plasticidad del suelo realizado en la calicata C-1 para la red inicial.

Figura 21

Límites de Consistencia Calicata C-2



Nota. La Figura 24 muestra la plasticidad del suelo resultante generada en el pozo C-2 del sitio del Biodigestor. Esta prueba es para ver qué tan elástico es el suelo. El límite líquido es el contenido de agua que, para una determinada sustancia, establece la división entre el estado semilíquido y el estado resinoso. El límite del plástico es el contenido de agua que limita el plástico del estado semisólido estable. El número de resina es la diferencia entre su límite de líquido y su límite de plástico. Para estas decisiones, se siguieron las recomendaciones de ASTM D-4318-98.

En la tabla 17 se muestra el resultado del *contenido de humedad* en la muestra del suelo para las calicatas correspondientes a la red inicial (C-1) la cual resulta de un 1,11 % de humedad, así mismo se muestra la tabla 18 que indica el porcentaje de humedad de la calicata C-2 de la ubicación del Biodigestor siendo 1,83 %, este ensayo muestra la proporción entre el peso de la muestra contenida de agua y el peso de la muestra después de ser secada al horno. El presente ensayo se desarrolló bajo las recomendaciones de la norma ASTM C-70.

**Tabla 17**

*Ensayo de Contenido de Humedad Natural en C-1*

<b>Contenido de húmeda C-01</b>			
<b>Muestra Nº</b>	<b>Unidad</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
Peso del recipiente	g	260,00	260,00
Peso del recipiente + la muestra húmeda	g	1 260,00	1 270,00
Peso del recipiente + la muestra seca	g	1 250,00	1 258,00
Peso del Agua	g	10,00	12,00
Peso de la muestra seca neta	g	990,00	998,00
Porcentaje de humedad	%	1,01	1,20
Promedio	%	1,11	

*Nota.* En la tabla 17 muestra los resultados del ensayo de contenido de humedad natural de la calicata N° 1.

**Tabla 18***Ensayo de Contenido de Humedad Natural de C-2*

<b>Contenido de húmeda C-02</b>			
<b>Muestra Nº</b>	<b>Unidad</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
Peso del recipiente	g	135,00	135,00
Peso del recipiente + la muestra húmeda	g	635,00	635,00
Peso del recipiente + la muestra seca	g	625,00	627,00
Peso del Agua	g	10,00	8,00
Peso de la muestra seca neta	g	490,00	492,00
Porcentaje de humedad	%	2,04	1,63
Promedio	%	1.83	

*Nota.* En la tabla 18 muestra los resultados del ensayo de contenido de humedad natural de la calicata N° 2.

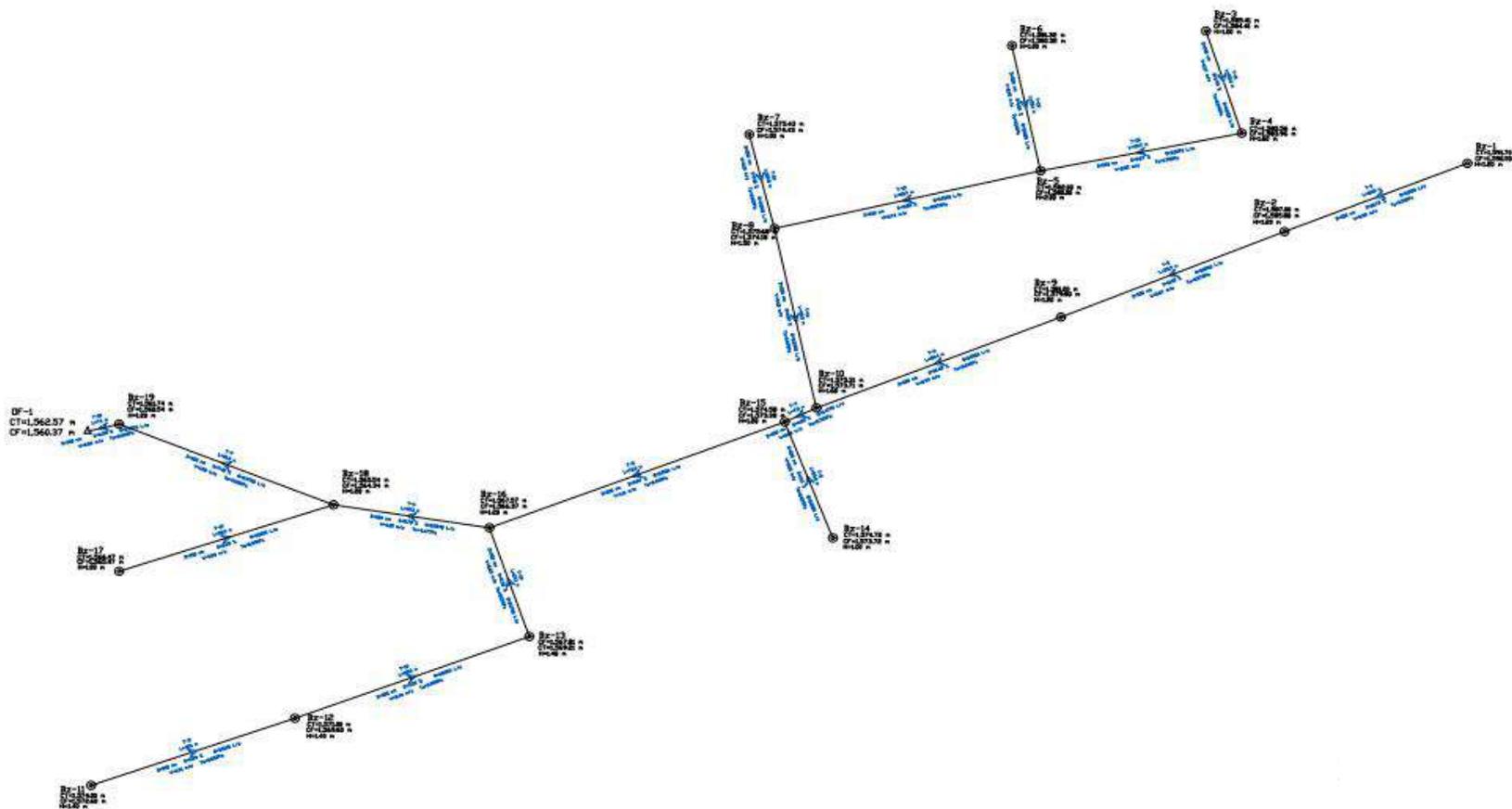
#### **4.2. Diseño del Sistema de alcantarillado**

Para diseñar el sistema de alcantarillado de la ciudad de Higuerani, las instalaciones necesarias para brindar servicios a los residentes se consideraron en una sola fase de construcción que dura hasta 20 años. El sistema está planificado para incluir una red de recolección, buzones de correo o quioscos de inspección, que se instalarán al inicio de cada recolector, al cambiar de dirección y cuando sea necesario para fines de inspección.

Para el presente diseño se usó el programa SEWERCAD, el cual según el resultado del modelo hidráulico muestra la capacidad del sistema de alcantarillado en las diferentes calles a intervenir, con lo cual se garantiza el funcionamiento de este. Con los parámetros ya definidos, los resultados se resumen en la simulación de la Figura 25 de Simulación de en SewerCAD de la Red de Alcantarillado y en la tabla 18 de Modelamiento Hidráulico de las Redes de Alcantarillado:

**Figura 22**

*Simulación en SewerCAD de la Red de Alcantarillado*



*Nota. En la figura 25 se muestra el modelado de nuestra simulación de nuestra red de alcantarillado.*

**a) Buzones**

Como resultado del Modelamiento Hidráulico se obtuvo lo siguiente:

- 7 buzonetas de diámetro 0,60 m., profundidad 1,00 m.
- 14 buzones de diámetro 1,2 m., profundidad de 1,20 m a 2,10 m.

**Tabla 19.**

*Modelamiento Hidráulico de la Red de Desagüe de los Buzones, 2021*

Buzón	Cota de tapa (m)	Cota de fondo (m)	Altura (m)	Caudal de salida (l/s)
Bz-1	1 591,70	1 590,50	1,20	0,010
Bz-2	1 587,00	1 585,80	1,20	0,084
Bz-3	1 585,41	1 584,41	1,00	0,010
Bz-4	1 585,56	1 583,96	1,60	0,057
Bz-5	1 582,00	1 580,00	2,00	0,139
Bz-6	1 581,32	1 580,32	1,00	0,010
Bz-7	1 575,43	1 574,43	1,00	0,010
Bz-8	1 575,68	1 574,18	1,50	0,235
Bz-9	1 581,00	1 579,80	1,20	0,156
Bz-10	1 575,31	1 573,71	1,60	0,477
Bz-11	1 574,00	1 572,60	1,40	0,012
Bz-12	1 571,00	1 569,60	1,40	0,086
Bz-13	1 569,21	1 567,81	1,40	0,172
Bz-14	1 574,72	1 573,72	1,00	0,020
Bz-15	1 574,58	1 573,38	1,20	0,510
Bz-16	1 567,57	1 566,37	1,20	0,829
Bz-17	1 566,47	1 565,47	1,00	0,020
Bz-18	1 565,54	1 564,34	1,20	0,972
Bz-19	1 561,74	1 560,54	1,20	0,997

*Nota.* En la tabla 19 muestra el modelamiento hidráulico de la red de alcantarillado propuesta.

**b) Redes colectoras**

Según los cálculos realizados para todas las redes colectoras, la Tabla 20 presenta el modelo hidráulico de las redes colectoras para la red de alcantarillado, por lo que se proponen tuberías de PVC con un diámetro de 200 mm para todas las redes colectoras.

Cuenta para un total de 770,67 m. La longitud del sistema de alcantarillado, detalles a continuación:

- EL Pueblo de Higuerani, comprende de 64 viviendas, con una total de 770,67 m de longitud de tubería Ø 200 mm., con un total de 19 buzones.
- La clase de tubería a usar va a ser de Ø 200 mm PVC UF de 6 metros SN2 (s-25) – NTP ISO 4435
- Una caja de registro típica de menos de 1,20 m

**Tabla 20.***Modelamiento Hidráulico de las Redes Colectoras*

<i>Tubería</i>	<i>Buzón de inicio</i>	<i>Buzón de descarga</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Cota de inicio (m)</i>	<i>Cota de llegada (m)</i>	<i>Pendiente (%)</i>	<i>Diámetro interno (mm)</i>	<i>Manning</i>	<i>Caudal (l/s)</i>	<i>Caudal considerado (l/s)</i>	<i>Velocidad (m/s)</i>	<i>Tensión tractiva (pa)</i>
T-1	Bz-1	Bz-2	44,86	1590,70	1585,80	10,92	192,20	0,010	0,09	1,50	1,47	10,16
T-2	Bz-2	Bz-9	55,45	1585,30	1579,50	10,46	192,20	0,010	0,18	1,50	1,44	9,82
T-3	Bz-9	Bz-10	56,41	1579,00	1574,01	8,85	192,20	0,010	0,27	1,50	1,38	8,57
T-4	Bz-10	Bz-15	8,50	1573,51	1573,38	1,53	192,20	0,010	0,55	1,50	0,75	2,21
T-5	Bz-15	Bz-16	69,47	1573,38	1566,34	10,13	192,20	0,010	0,73	1,50	1,45	9,51
T-6	Bz-16	Bz-18	34,21	1565,84	1564,38	4,27	192,20	0,010	0,96	1,50	1,09	5,09
T-7	Bz-18	Bz-19	54,49	1564,38	1560,54	7,05	192,20	0,010	1,08	1,50	1,27	7,19
T-8	Bz-14	Bz-15	29,36	1573,72	1573,38	1,16	192,20	0,010	0,01	1,50	0,67	1,78
T-9	Bz-11	Bz-12	48,35	1573,69	1569,80	8,05	192,20	0,010	0,07	1,50	1,33	7,96
T-10	Bz-12	Bz-13	57,14	1569,30	1567,91	2,43	192,20	0,010	0,18	1,50	0,90	3,34
T-11	Bz-3	Bz-4	14,03	1585,07	1584,56	3,64	192,20	0,010	0,03	1,50	1,01	4,32
T-12	Bz-6	Bz-5	31,04	1580,32	1580,00	1,03	192,20	0,010	0,06	1,50	0,65	1,63
T-13	Bz-5	Bz-8	60,67	1580,00	1574,48	9,10	192,20	0,010	0,22	1,50	1,39	8,75
T-14	Bz-8	Bz-10	41,91	1573,98	1573,51	1,12	192,20	0,010	0,26	1,50	0,67	1,74
T-15	Bz-4	Bz-5	46,36	1584,56	1580,50	8,76	192,20	0,010	0,07	1,50	1,37	8,49
T-16	Bz-7	Bz-8	19,65	1574,43	1573,98	2,29	192,20	0,010	0,02	1,50	0,86	3,02
T-17	Bz-17	Bz-18	52,18	1565,49	1564,38	2,13	192,20	0,010	0,08	1,50	0,84	2,89
T-18	Bz-13	Bz-16	29,18	1567,91	1566,34	5,38	192,20	0,010	0,19	1,50	1,11	5,49
T-19	Bz-19	OF-1	7,34	1560,54	1560,37	2,32	192,20	0,010	1,09	1,50	0,86	3,07

*Nota.* En la tabla 20 se presenta el modelamiento hidráulico obtenidos del programa SewerCAD con respecto a los colectores.

### 4.3. Implementación del Tanque Biodigestor

Para la disposición final del agua residual se ha propuesto como tratamiento tres tanques Biodigestores que serán de la misma dimensión según como se indica en la tabla 21.

**Tabla 21.**

*Dimensión Propuesta del Biodigestor*

<i>Medidas</i>	<i>7 000 L.</i>
<i>Pesos</i>	<i>182 kg</i>
A	2,42 m
B	2,83 m
C	1,37 m
D	1,28 m
E	1,16 m
F	0,26 m
G	0,55 m
H	0,10 m
I	4"
J	2"
K	2"
L	45°
M	0,89 m
N	0,34 m

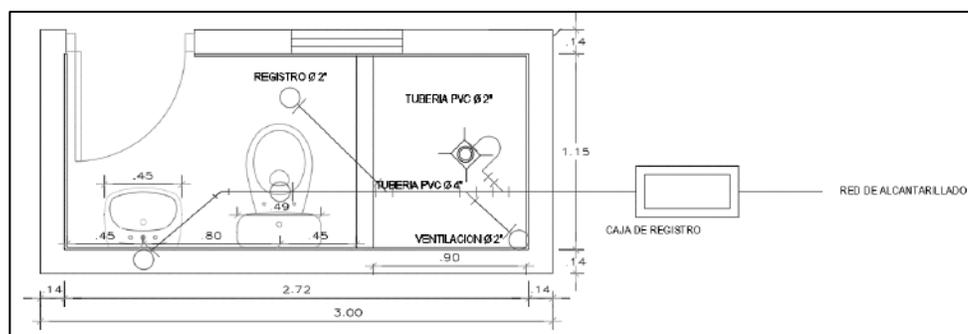
*Nota.* En la tabla 21 muestra las características del biodigestor.

Para este proyecto, se instalarán biodigestores manufacturados con una capacidad especificada de 7000 litros, y luego la unidad UBS (área de inodoro, lavabo y ducha) Figura 29, según lo definido en el Reglamento Nacional de Construcción, tendrá dos buzones, con

un caja de suscripción con tres válvulas de funcionamiento Alternativamente, una caja de lodos y un pozo de succión o vaso de precipitados de filtración de agua permiten el filtrado de estas válvulas, lo que podemos dar fe de la penetración. Probado bajo RNE ISO .020, conforme a las especificaciones de diseño para uso del sistema a una tasa de filtración de 0-10 segundos por cm. El biodigestor facilita el control del nivel de lodos gracias al tronco roscado instalado en la tapa de prueba extraíble de 0,60 m x 0,60 m, con un espesor de grano de 0,05 m en la parte inferior y 0,50 m de arena para la válvula a 0,10 m de la válvula. a la cima.

### Figura 23

#### *Propuesta de unidad básica de saneamiento*



*Nota.* En la Figura 26 se muestra la distribución estándar de los artículos sanitarios básicos a ser provistos para el área de estudio, incluyendo baños (inodoro, área de ducha y lavabo) construidos con ladrillos de pared o bloques de concreto, de tamaños variables, pero con parámetros mínimos de 3,00 m x 1,43 m de ancho, de 1,90 a 2,05 m de altura con cajas de registro dedicadas.

**a) Caja de Registro de lodos**

La instalación de la caja de purines será de 0,70 m de ancho, 0,70 m de largo y 0,85 de profundidad, que recibirá los sólidos generados en el biodigestor.

**b) Pozo de Absorción**

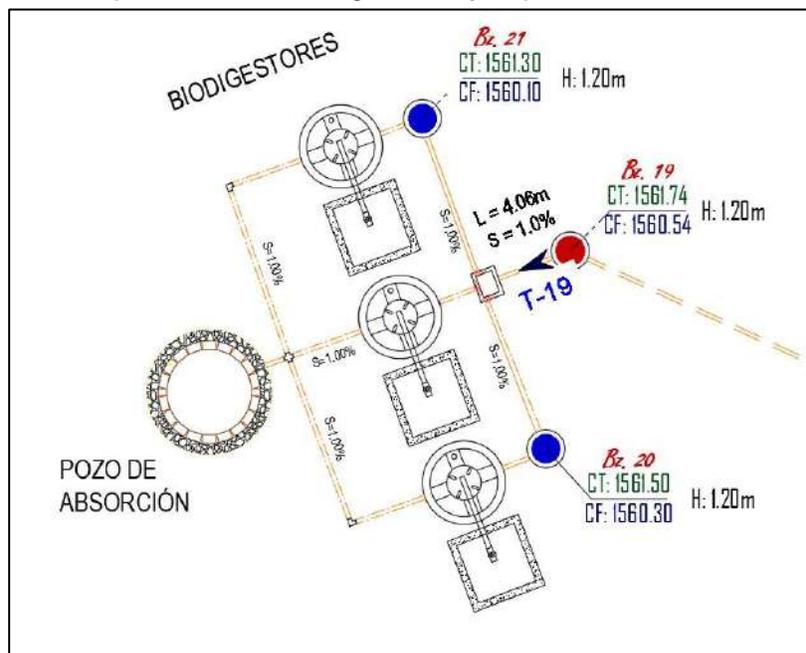
Con respecto al pozo de absorción su funcionamiento será gradual, ya que al recibir el agua tratada será según aumente la población por lo cual su exigencia en mantenimiento no es tan alta a principios de los años.

El modelo en planta del pozo de absorción se muestra en la figura 27 así como también la dimensión del pozo previo al cálculo es de 2,40 m de diámetro y 4,75 m de profundidad, además de la vista en planta de los biodigestores, las cuales reciben las aguas residuales domésticas a la caja de registro con tres válvulas, dirigidas a las buzonetas Bz20 y Bz21.

El método constructivo para el pozo de absorción será con piedra de 8" a 10", grava y arena gruesa.

**Figura 24**

*Vista en planta de los biodigestores y el pozo de absorción*



*Nota.* En la figura 27 muestra la vista planta del sistema propuesto para el tratamiento de aguas residuales.

## CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

Según los datos del Instituto Nacional de Estadística e Informática, la tasa de crecimiento de la población de Higuerani se determina debido a la falta de datos estadísticos para la ciudad de Higuerani.

La cantidad de buzones está determinada por el diseño de la red, el cambio de dirección y la longitud máxima de la tubería entre el buzón de correo y el buzón de correo.

La propuesta de implementación de tanques de filtrado biológico y pozos de permeabilidad se presentó en base a la norma IS 020 de la normativa nacional de edificación teniendo en cuenta todos sus estándares.

Dado que la ciudad de Higuerani cuenta con servicio de agua potable que se recolecta por canal de derivación, se ha propuesto el diseño de la red de alcantarillado con dragado hidráulico.

La experiencia alcanzada en la realización de esta propuesta de Proyecto ha servido como incursión en la realidad del entorno global en el que nos encontramos que nos planteó sistemas no convencionales muy diferentes a las zonas urbanas.

De acuerdo con lo establecido en la Resolución Ministerial N° 173-2016-VIVIENDA, nuestros caudales ofertados son mayores que nuestros caudales demandados mostrados en el Capítulo IV de los *Resultados*, asegurando así la funcionalidad de nuestro sistema propuesto.

## CONCLUSIONES

El diseño del sistema de alcantarillado incluye una red de desagüe por un total de 770,67 metros lineales, mediante tuberías de PVC UF Ø 200 mm 6 metros SN2 (S-25) - NTP ISO 4435, totalizando 21 buzones y cajas. El récord es inferior a 1,20 m. Para una población futura de 340, para un período de diseño de 20 años, considere la base poblacional actual de 252 con una tasa de crecimiento de 1,50% según el INEI utilizando el cálculo.

Mediante el uso del programa SewerCAD se realizó el modelamiento de nuestra red, considerando el caudal de infiltración y no domestico al buzón de inicio. Con las tablas Excel, se predimensionaron el pozo de absorción bajo los lineamientos del RNE IS.020, OS.70 y OS.100, finalmente considerando la ficha técnica del tanque biodigestor Rotoplast se implementarán Biodigestores de 7000 L de 2,42 m de ancho y 2,83m de alto, con tubería PVC de 4" para entrada de desechos, tubería PVC de 2" hacia la caja de registro de lodos y tubería PVC de 2" para salida de agua tratada al pozo de absorción.

Para el punto de descarga hasta el N° 19 se implementarán tres biodigestores, actuando alternativamente con la caja de registro diseñada con tres válvulas de compuerta como tratamiento de excretas, además la implementación del Biodigestor permitirá que el abono generado mediante los residuos orgánicos pueda contribuir en la cultivación de las diferentes parcelas existentes en la zona de estudio.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda que para diseñar el sistema de alcantarillado tomando en cuenta las unidades básicas de drenaje deben cumplir con las normas OS.070, IS.020 y la Resolución 173-2016-Vivienda Ministerial.

En la implementación del biodigestor se debe evitar el tránsito vehicular, así como la superposición de cargas pesadas sobre ellos porque se generaría asentamiento y eso intervendría el funcionamiento del sistema. En cuanto al mantenimiento de los tanques biodigestores, que se realizará mediante inspección, se recomienda que la primera ejecución sea con 12 meses de anticipación, además de sus respectivos controles mensuales durante la operación, cuya frecuencia deberá ajustarse en función de la cantidad de lodos absorbidos (la norma no excede la capacidad del tanque de registro de lodos). En caso de entrada accidental de un objeto en el tanque biodigestor, puede bloquear tubos como bolsas, ropa, juguetes, etc. Se puede acceder al sistema abriendo la tapa y utilizando el gancho para retirar el cuerpo. Para manipular las válvulas, se recomienda el uso de guantes, y los usuarios en el área de estudio deben realizar los trabajos de mantenimiento por sí mismos.

Realizar estudios de permeabilidad de los suelos, para conocer sus características físicas, tales como: textura, estructura, capacidad de retención, velocidad de infiltración, a fin de que las aguas eliminadas por el biodigestor sean absorbidas, de tal manera que no contaminen las aguas superficiales ni el medio ambiente cercano.

Sensibilizar al poblador con eventuales charlas y capacitaciones sobre el uso y manejos de los biodigestores, de tal forma que estos sepan las características del mismo para su posterior mantenimiento ya que no es una tecnología muy usada por la población.

Se recomienda que la Municipalidad Distrital de Pachía, ejecute proyectos similares en sus anexos como: Ancoma, Toquela, Challaviento y Caplina ya que son zonas rurales que prevalecen de esta tecnología para contrarrestar el tratamiento de excretas y reducción de enfermedades gastrointestinales.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aspericueta, R., & Rodríguez, A. (2019). *“Propuesta del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado para el Distrito de Quiruvilca.*  
(s.f.). *Decreto Supremo N°031-2010-SA, Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano.*
- Domínguez, L., & Rojas, K. (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”.*  
(s.f.). *Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, D.S. N°002-2008- MINAM y modificatoria D.S. N° 015-2015-MINAM.*
- Huanacuni, C. (2019). *“Capacidad de Depuración de Aguas Residuales Domésticas con Aplicación de diferentes tecnologías de Tratamiento Sostenibles con Costos de Operación y Mantenimiento Económicos para Pequeñas Comunidades Descentralizadas en Tacna (Cono Sur) – Perú”.*
- Martín, M. (2020). *“Comercialización y Mantenimiento de Biodigestores en el Municipio de Solita – Caquetá”.*
- Morán, R., & Chávez, E. (2020). *“Implementación de biodigestores para mejorar el sistema de saneamiento ambiental en el poblado de Antilla - provincia de Abancay”.*
- Nolte, M. (2020). Perú: La problemática del acceso al agua potable en asentamientos humanos en la periferia de Lima. <https://www.nationalgeographicla.com/medio-ambiente/2020/06/problematika-del-acceso-al-agua-potable-lima-peru>. (M. Castro, Ed.) Lima, Perú.
- (s.f.). *Norma técnica de diseño: Opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural .*
- Ortega, R., & Gutierrez, B. (2021). *“Análisis de Red y Tuberías existentes para mejorar el Sistema de Alcantarillado de la Junta Vecinal- Atmat- Pampa de Viñani Sector VI, Distrito de Gregorio Albarracín Lanchipa – Tacna – 2020”.*
- Parrales, G., & Menendez, W. (2021). *Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales Domiciliarias con Biodigestores para la Comunidad el Ramito, Parroquia la Unión del Cantón Jipajapa. Jipijapa.*
- Quispe, Y. (2019). *“Evaluación y propuesta técnica de una planta de tratamiento de aguas residuales con fines de reusó en la agricultura, para las localidades de Miraflores, las Yaras y Buena Vista en el Distrito de Sama-Tacna”.*

(s.f.). *Reglamento Nacional de Edificaciones.*

Ruiz, G. (2014). *Utilización de biodigestores en el tratamiento de las aguas residuales domésticas, en la población del Buijo Histórico, Samborondón, 2014.*

(s.f.). *Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento.*

## ANEXOS

## Anexo 1

*Matriz de Consistencia*

<b>PROBLEMA</b>	<b>OBJETIVO</b>	<b>HIPÓTESIS</b>	<b>VARIABLES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>METODOLOGÍA</b>
<i>Problema General</i>	<i>Objetivo General</i>	<i>Hipótesis General</i>	<i>Variable Independiente</i>	<i>Indicadores de la Variable Independiente</i>	<i>Tipo de investigación</i>
¿Cuál es la propuesta técnica adecuada del diseño del sistema de alcantarillado sanitario empleando Biodigestores en el anexo de Higuera, del distrito de Pachia, Provincia de Tacna, departamento de Tacna?	Realizar la "Propuesta técnica del diseño del sistema alcantarillado sanitario empleando biodigestores, en el anexo de Higuera, Distrito de Pachia, Provincia de Tacna, Departamento de Tacna".	Con la implementación de un diseño de sistemas de alcantarillado sanitario empleando biodigestores en el pueblo del anexo de Higuera, se mejorará la calidad de vida del poblador de la zona.	Usuarios del Pueblo del Anexo de Higuera	Padrón beneficiario de usuarios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicativo</li> <li>• Aplicado</li> </ul>
<i>Problemas específicos</i>	<i>Objetivos específicos</i>	<i>Hipótesis Específicas</i>	<i>Variables Dependientes</i>	<i>Indicadores de la Variables Dependiente</i>	<i>Diseño de investigación</i>
¿Es posible realizar un diseño hidráulico óptimo de red de alcantarillado sanitario para el pueblo del anexo Higuera?	Realizar el diseño óptimo de la red de alcantarillado sanitario en el pueblo del anexo Higuera del distrito de Pachia.	El diseño de un sistema de alcantarillado sanitario empleando biodigestores optimizará la red de alcantarillado sanitario del pueblo de anexo Higuera del distrito de Pachia.	Sistema de red de Alcantarillado Sanitario	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Volumen total de aguas residuales por día</li> <li>• Volumen de incrementos de agua por infiltración</li> <li>• Caudal de diseño</li> <li>• Pendiente</li> <li>• Velocidad del flujo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No experimental</li> <li>• Diseño de campo</li> <li>• Diseño documental</li> </ul>
¿Cuáles son las características de los	Determinar los cálculos de los elementos hidráulicos	El diseño hidráulico y estructural del sistema			

elementos hidráulicos y estructurales del diseño del sistema de alcantarillado sanitario del Pueblo del anexo de Higuera del distrito de Pachia?

y estructurales necesarios para el diseño de la propuesta técnica del sistema de alcantarillado sanitario empleando biodigestor en el pueblo del anexo de Higuera del distrito de Pachia.

de alcantarillado permitirán ofrecer una mejor calidad de vida al estado situacional del pueblo del anexo de Higuera.

- Topografía
- Clase y tipo de tuberías
- Cálculo Hidráulico y Estructural

***Población***

Usuarios del Pueblo del Anexo de Higuera

¿Cuál sería la propuesta técnica para la implementación del Biodigestor en el pueblo del anexo de Higuera del distrito de Pachia?

Presentar una propuesta de implementación de Biodigestor en el pueblo del Anexo Higuera del distrito de Pachia que contribuya al cultivo de las diferentes parcelas existentes en la zona de estudio.

Implementar el Biodigestor permitirá que el abono generado mediante los residuos orgánicos pueda contribuir en la cultivación de las diferentes parcelas existentes en la zona de estudio.

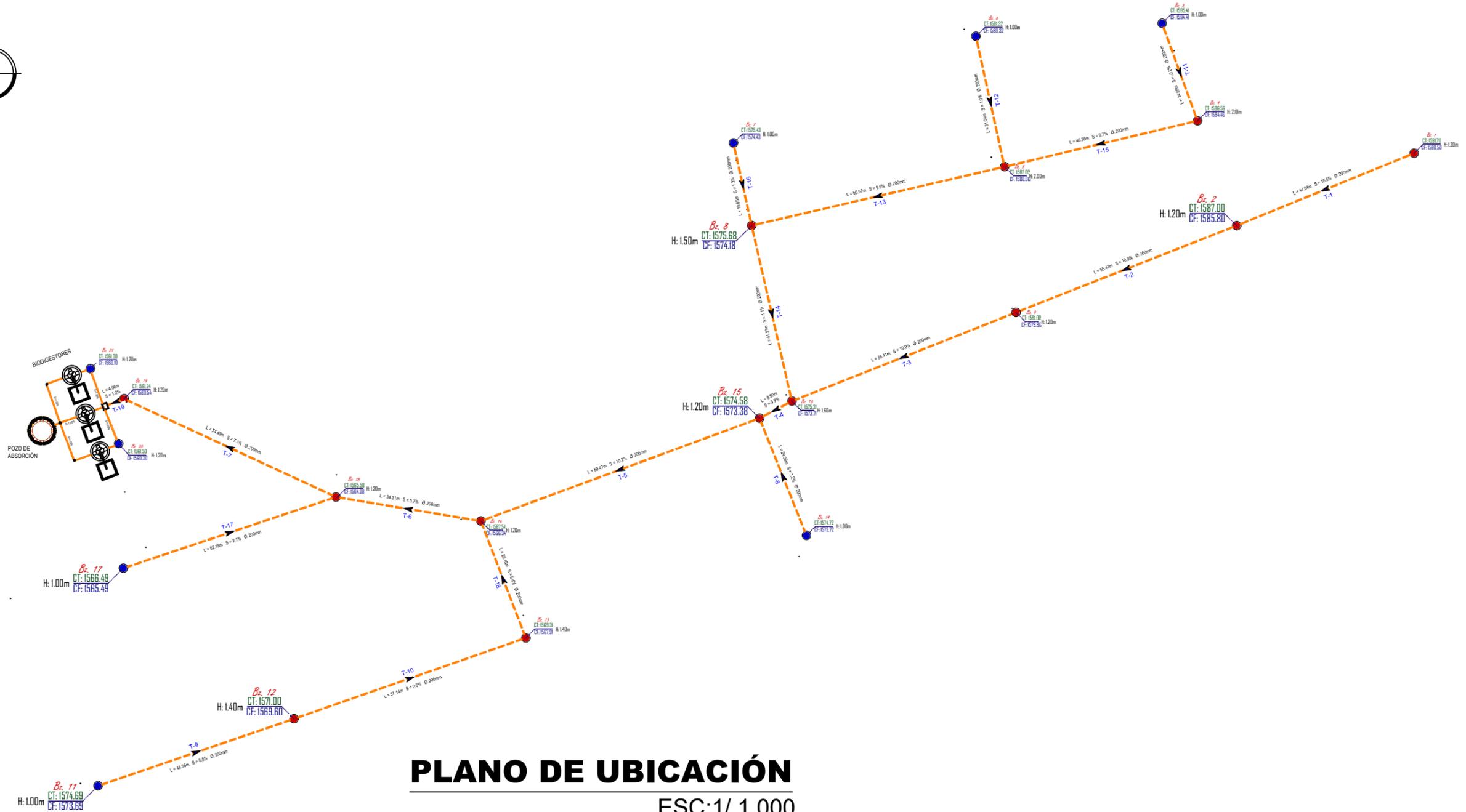
***Interviniente***

Usuarios del Pueblo del Anexo de Higuera

***Muestra***

Pueblo del Anexo de Higuera

Plano de Red Proyectoada



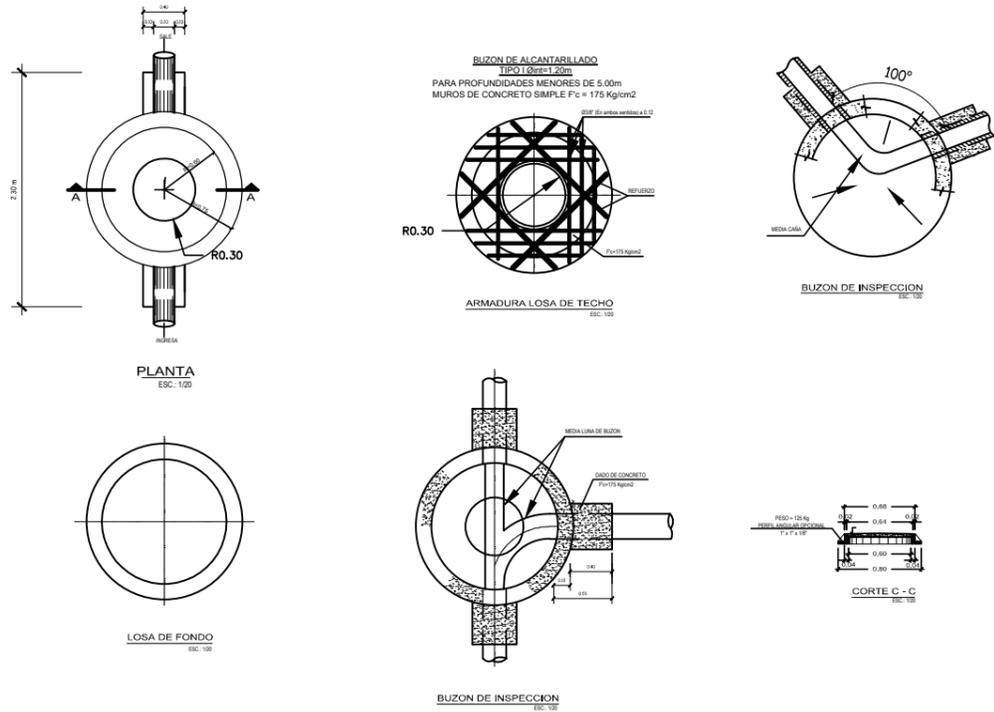
**PLANO DE UBICACIÓN**

ESC: 1/ 1 000

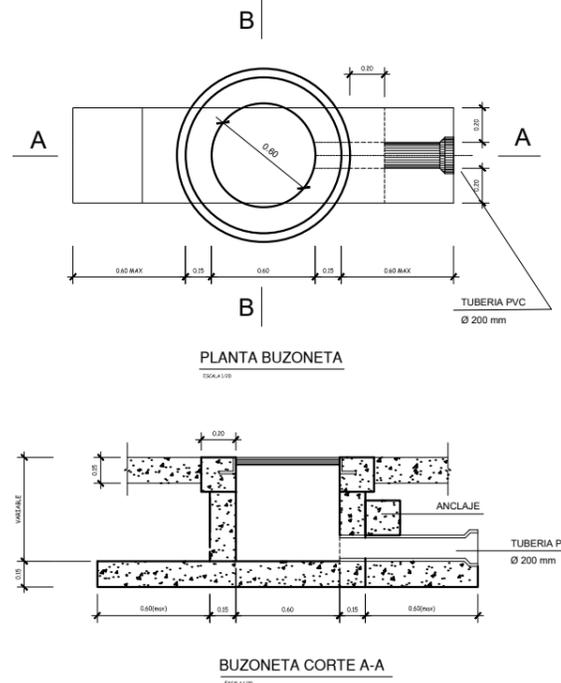


PROYECTO "PROPUESTA TÉCNICA DEL DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO EMPLEANDO BIODIGESTOR, EN EL PUEBLO DEL ANEXO DE HIGUERANI DEL DISTRITO DE PACHIA 2021"			
PLANO <b>PLANO DE RED PROYECTADA</b>			
PROPIETARIO <b>ANEXO DE HIGUERANI</b>		LAMINA	
UBICACION <b>PUEBLO DEL ANEXO HIGUERANI</b>		DIST: PACHIA PROV: TACNA DPTO: TACNA	
CAD <b>W.F.P.B. &amp; N.A.O.</b>		ESCALA <b>INDICADA</b>	
FECHA <b>OCTUBRE-2021</b>		<b>PA-01</b>	

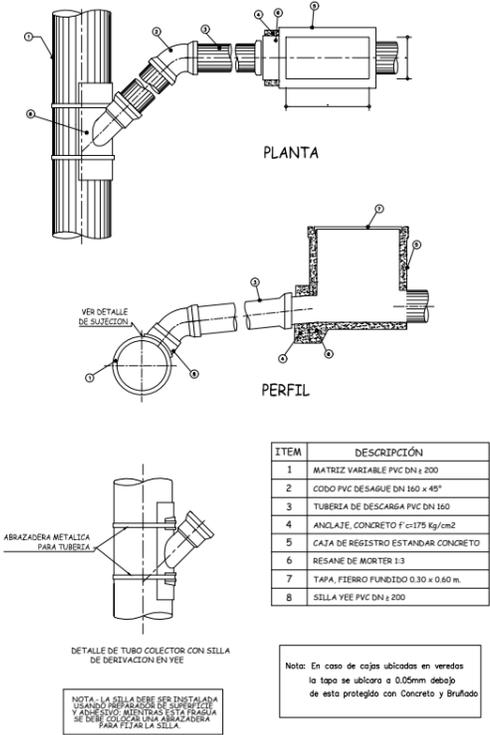
**BUZÓN**



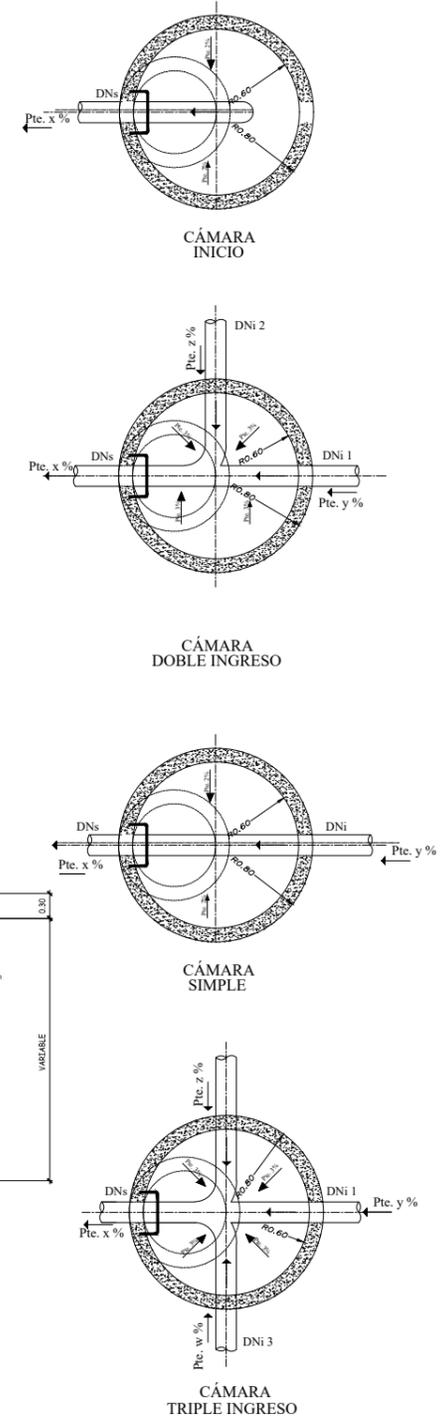
**BUZONETA**



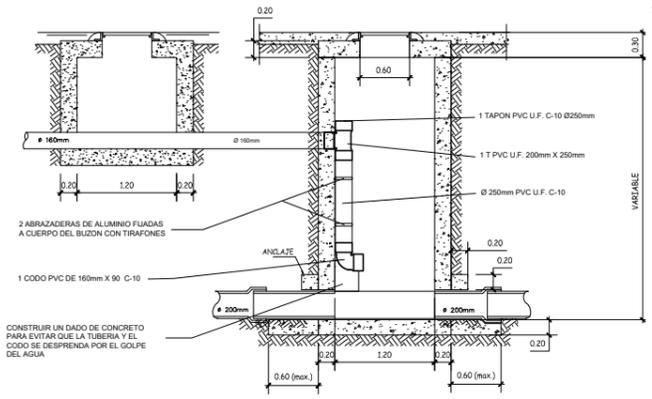
**CONEXIÓN DOMICILIARIA DE  
ALCANTARILLADO**



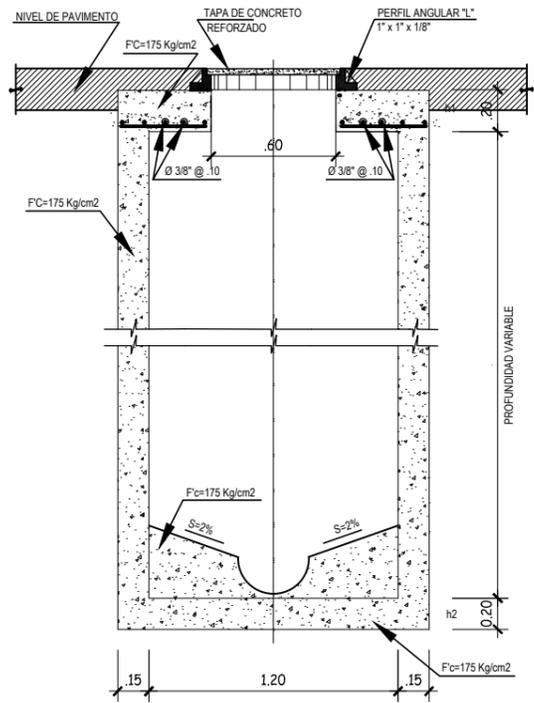
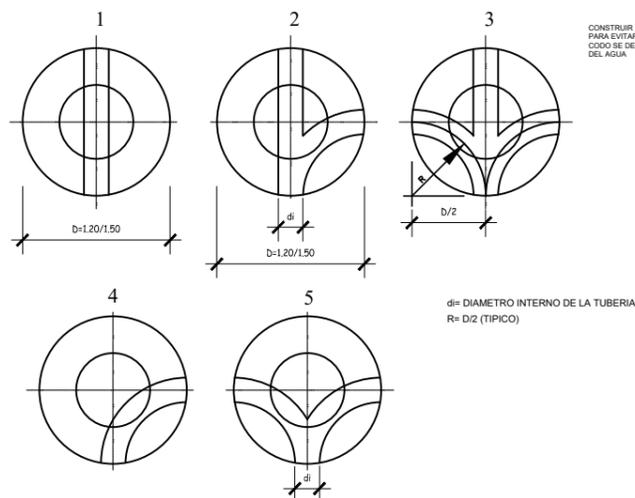
**CANALETAS**



**CAIDA DE BUZÓN**



**TIPO DE FONDO DE BUZONES**



SECCION A - A  
ESC: 1/20

PLANTA TAPA CONCRETO REFORZADO  
ESC: 1/20

DETALLE DEL MARCO Y TAPA  
ESC: 1/20

BUZONETA CORTE B-B  
ESC: 1/10

BUZONETA CORTE A-A  
ESC: 1/10

PLANTA BUZONETA  
ESC: 1/10

PROYECTO: "PROPUESTA TÉCNICA DEL DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO EMPLEANDO BIODIGESTOR, EN EL PUEBLO DEL ANEXO DE HIGUERANI DEL DISTRITO DE PACHIA 2021"

PLANO: **PLANO DE DETALLES**

PROYECTADO: ANEXO DE HIGUERANI

ELABORADO: PA-02

UBICACION: PUEBLO DEL ANEXO HIGUERANI

DIST: PACHIA

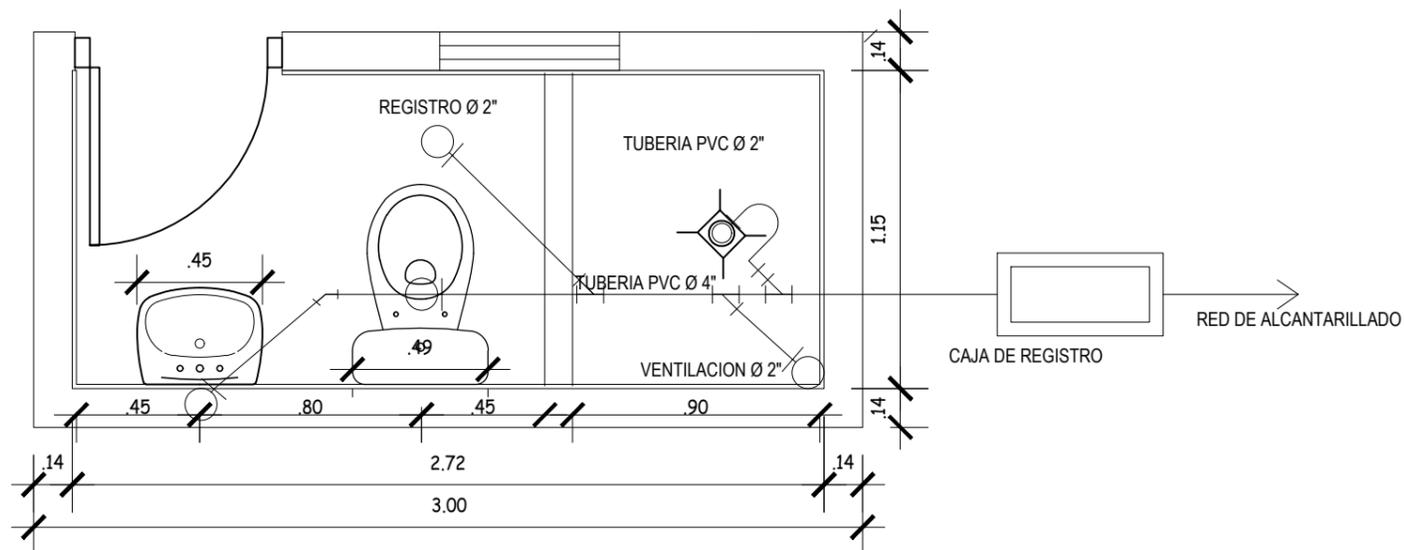
PROY: TACHA

FECHA: INDICADA

FECHA: OCTUBRE 2021

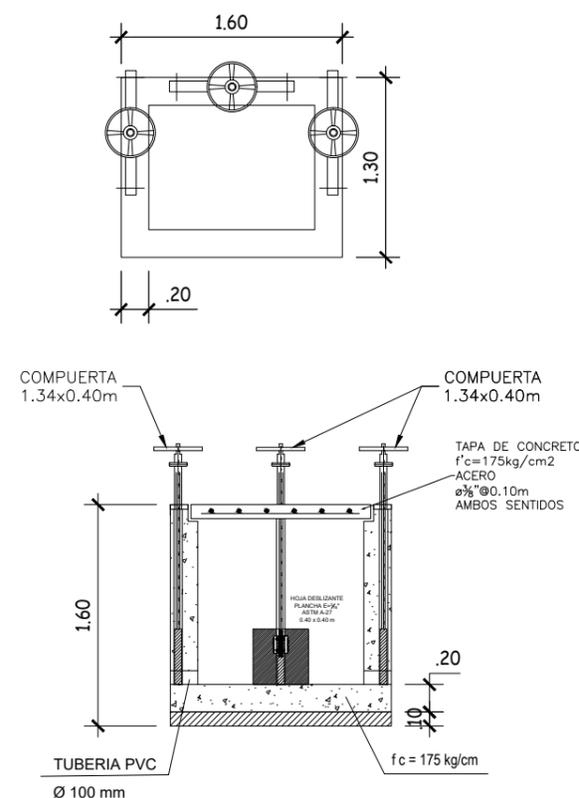
Plano de Detalles de Unidad Básica de Saneamiento y Biodigestor

**UNIDAD BÁSICA DE SANEAMIENTO**

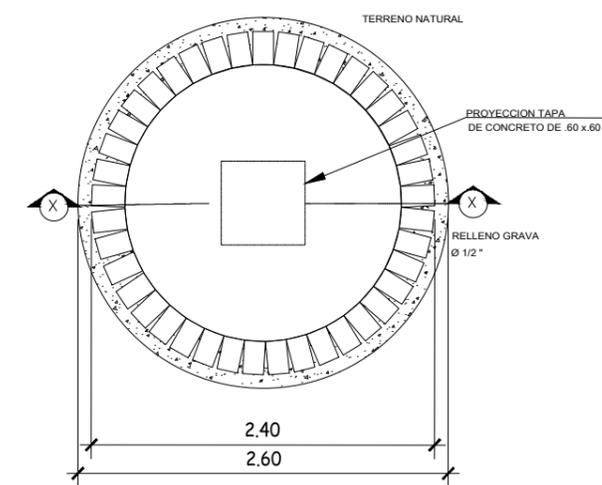


ESC: 1/25

**CAJA DE REGISTRO**

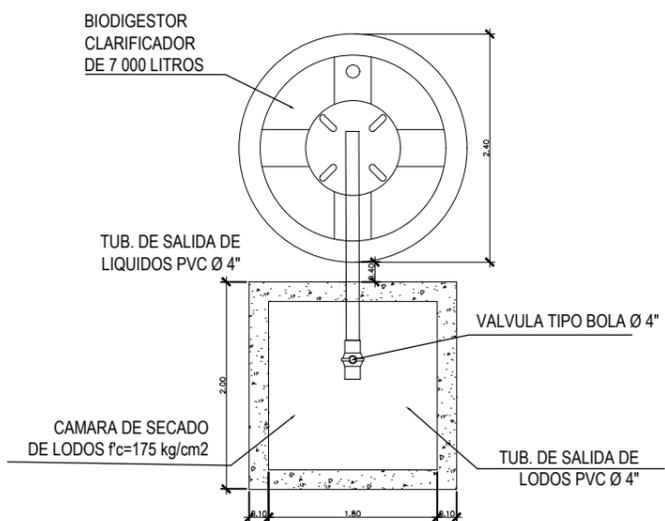


**POZO DE ABSORCIÓN**

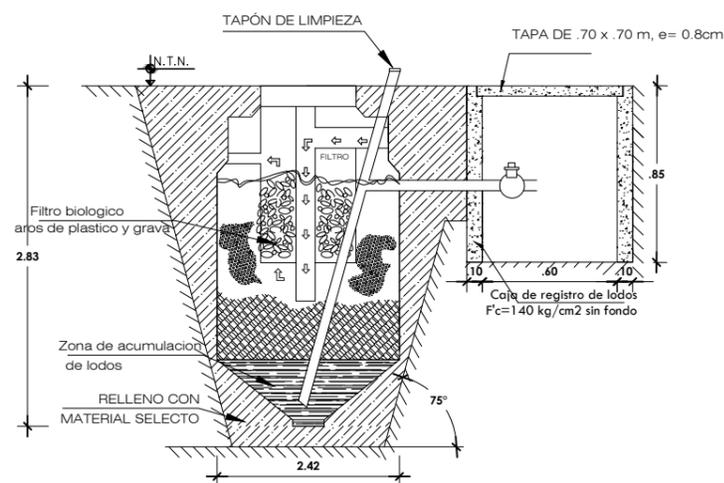


ESC: 1/50

**BIODIGESTOR**



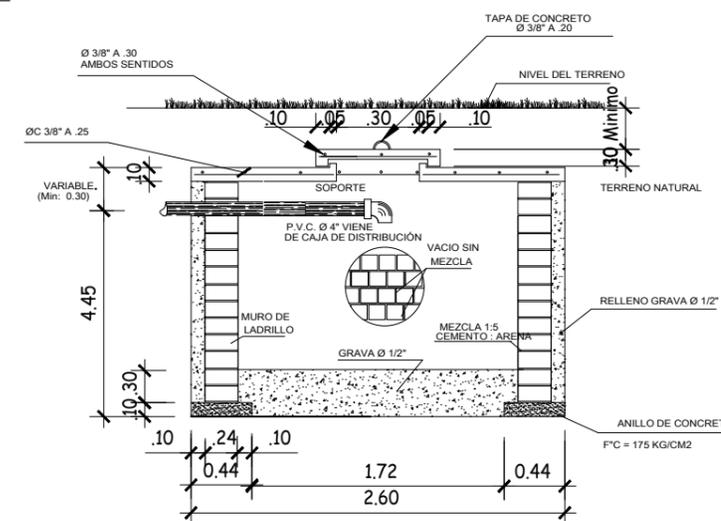
ESC: 1/50



DETALLE CORTE B - B  
ESC: S/C

BIODIGESTOR	
DIÁMETRO	ALTURA
D	h
2.42	2.83

POZO PERCOLADOR	
DIÁMETRO	ALTURA
D	h
2.40	4.75



ESC: 1/50



PROYECTO: "PROPUESTA TÉCNICA DEL DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO EMPLEANDO BIODIGESTOR, EN EL PUEBLO DEL ANEXO DE HIGUERANI DEL DISTRITO DE PACHIA 2021"			
PLANO: <b>PLANO DE DETALLES</b>			
PROPIETARIO:	ANEXO DE HIGUERANI	LAMINA:	
DISEÑO:	PACHIA	PROV.:	TACNA
UBICACIÓN:	PUEBLO DEL ANEXO HIGUERANI	DPTO.:	TACNA
FECHA:	W.F.P.B. & N.A.O.	ESCALA:	INDICADA
		FECHA:	OCTUBRE-2021
			<b>PA-03</b>



### Ficha técnica

### Biodigestor Autolimpiable

Fecha: Agosto 2020

#### Descripción

El Biodigestor Autolimpiable Rotoplas es un sistema para el tratamiento primario de las aguas residuales domésticas, mediante un proceso de retención y degradación séptica anaerobia de la materia orgánica. El agua tratada es infiltrada hacia el terreno aledaño mediante una zanja de infiltración o pozo de absorción según tipo de terreno y zona.

Registro de Productos Industriales Nacionales (RPIN)

N° 150107390099C

#### Material

Polietileno de Alta Densidad 100% virgen + hojuelas de polietileno

#### Color

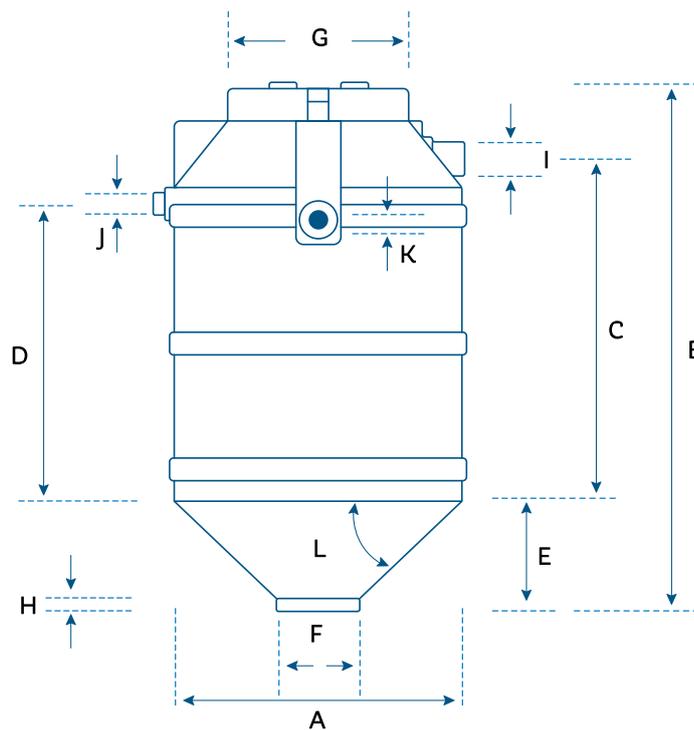
Negro



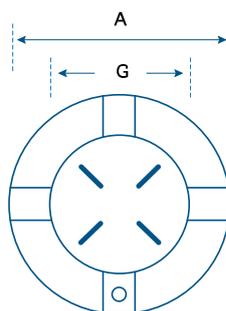
**10** Años de Garantía Rotoplas

#### Dimensiones y pesos

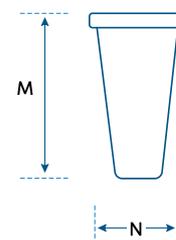
Medidas	600 L.	1 300 L.	3 000 L.	7 000 L.
Pesos	20 kg	36 kg	140 kg	182 kg
A	0.88 m	1.15 m	1.46 m	2.42 m
B	163 m	196 m	2.75 m	2.83 m
C	1.07 m	1.27 m	1.77 m	1.37 m
D	0.96 m	1.18 m	1.54 m	1.28 m
E	0.36 m	0.45 m	0.73 m	1.16 m
F	0.24 m	0.24 m	0.19 m	0.26 m
G	0.55 m	0.55 m	0.55 m	0.55 m
H	0.03 m	0.03 m	0.05 m	0.10 m
I	4"	4"	4"	4"
J	2"	2"	2"	2"
K	2"	2"	2"	2"
L	45°	45°	45°	45°
M	0.66 m	0.89 m	0.89 m	0.89 m
N	0.34 m	0.34 m	0.34 m	0.34 m



Tapa click:



Bio filtro:



Nota: Estas medidas tienen una tolerancia de +/- 2cm y los pesos de estos productos tienen en una tolerancia de +/- 2% (los pesos no contemplan accesorios ni tuberías).

## Cálculo de cantidad de usuarios por capacidad

Capacidad	Número de usuarios según consumo diario de agua*		
	Zona Urbana 150 L /usuarios	Zona Perirbana 90 L /usuario	Zona Rural 40 L /usuario
600 L	4	7	15
1300 L	9	14	33
3000 L	20	33	75
7000 L	47	78	175

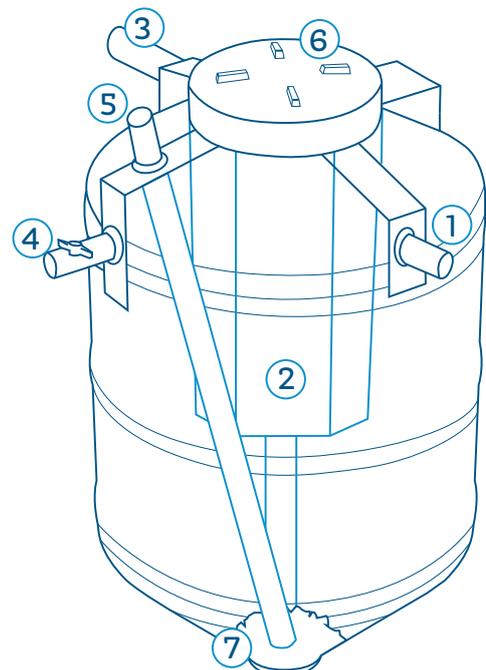
\* Números referenciales de acuerdo a los datos de la NTP según tipo de zona (urbana, periurbana y rural).

## Beneficios

- **Solución ecológica**, debido a que utiliza un proceso anaerobio para realizar un tratamiento primario del agua. Puede ser instalado en viviendas que no cuentan con servicio de drenaje con el fin de recibir las aguas residuales domésticas (negras y grises).
- **Autolimpiable** y de fácil mantenimiento, al solo abrir una válvula se extraen los lodos residuales (no es necesario equipo especializado o maquinaria de limpieza).
- **Sin costo de mantenimiento**, el usuario puede realizar la purga de lodos sin necesidad de utilizar equipo especializado. No requiere equipo electromecánico como bomba o camión de succión para su mantenimiento, eliminando costos adicionales para el usuario.
- **Resistente**, construido de una sola pieza en polietileno de alta densidad, evitando fugas, olores y agrietamientos. Es ligero y fuerte, ofreciendo una alta resistencia a impactos y corrosión.
- **Higiénico**, previene la existencia de focos de infección.
- **Sustentable**, cuida el medio ambiente al reducir la contaminación del suelo y agua.
- **No necesita productos químicos**, este sistema no necesita generadores ni aceleradores de bacterias.
- **Garantía y respaldo del Grupo Rotoplas.**

## Componentes

1. Tubería PVC de 4" para entrada de desechos orgánicos.
2. Filtro biológico con aros de plástico (pets).
3. Tubería PVC de 2" para salida de agua tratada al campo infiltración o pozo de absorción.
4. Válvula esférica para extracción de lodos.
5. Tubería PVC de 2" de acceso para limpieza y/o desobstrucción.
6. Tapa click de 18" para cierre.
7. Base cónica para acumulación de lodos.



## Funcionamiento

- El agua residual doméstica entra por el tubo N°1 (4") hasta el fondo del Biodigestor donde las bacterias empiezan la descomposición del material orgánico.
- El agua residual pasa por el Biofiltro N°2, donde la materia orgánica que asciende es atrapada por las bacterias fijadas en los aros pet.
- El agua tratada sale por el tubo N°3 (2") hacia el terreno aledaño mediante la construcción de una zanja de infiltración o pozo de absorción según el tipo de terreno y zona.
- Finalmente los lodos tratados, son extraídos mediante la apertura de la válvula N° 4 (2").

## Mantenimiento

- 1.- Abrir la válvula de extracción: el lodo alojado en el fondo sale por gravedad hacia el registro de lodos.
- 2.- Cerrar la válvula de extracción cuando deje de salir el lodo o emane malos olores, dependiendo del uso, la extracción de lodos se realiza cada 12 meses.
- 3.- Si observa que el lodo sale con dificultad, introducir y remover con un palo de madera en el tubo de limpieza (desobstrucción) N°5 (2"), teniendo cuidado de no dañar el Biodigestor.
- 4.- Mediante los orificios del registro de lodos Rotoplas, los líquidos filtrarán hacia el suelo para ser absorbidos, quedando retenido los lodos para su posterior secado.
5. Para la disposición de lodos, pueden ser enterrados dentro de un hoyo y cubiertos con tierra o enviados a relleno sanitario.

## Recomendaciones para el uso correcto

- Para el adecuado funcionamiento del Biodigestor Autolimpiable Rotoplas, no se debe arrojar papel, toallas higiénicas, bolsas u otros elementos insolubles e inorgánicos al inodoro, los cuales pueden afectar el adecuado funcionamiento del Biodigestor.
- Si necesita desinfectar la taza del inodoro, se aconseja hacerlo con lejía disuelta en agua o cualquier producto biodegradable para limpieza de inodoro, NUNCA CON ÁCIDO MURIÁTICO.

Nota: No reutilice el agua tratada, deberá ser descargada al suelo (pozo de absorción o zanja de infiltración). El agua tratada no es apta para el consumo humano.

## Esquema de instalación

