



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

# FACULTAD DE INGENIERÍA

---

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

“PROPUESTA DE DISEÑO DEL SISTEMA DE  
SANEAMIENTO BÁSICO EN EL CASERÍO DE  
HUAYABAS – PARCOY – PATAZ – LA LIBERTAD, 2017”

Tesis para optar el título profesional de:

**Ingeniero Civil**

**Autor:**

Isael Yovani Rodriguez Jurado

**Asesor:**

Mg. Ing. Josualdo Carlos Villar Quiroz

Trujillo – Perú

2018

## **APROBACIÓN DE LA TESIS**

El asesor y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** la tesis desarrollada por el Bachiller Isael Yovani Rodriguez Jurado, denominada:

**“PROPUESTA DE DISEÑO DEL SISTEMA DE SANEAMIENTO BÁSICO EN EL  
CASERÍO DE HUAYABAS – PARCOY – PATAZ – LA LIBERTAD, 2017”**

---

Mg. Ing. Josualdo Carlos Villar Quiroz  
**ASESOR**

---

Mg. Ing. Juan Agreda Barbarán  
**JURADO  
PRESIDENTE**

---

Dr. Guillermo Juan Cabanillas Quiroz  
**JURADO**

---

Ing. Erik Paul Aguilar Ynocente  
**JURADO**

## DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres quienes me apoyaron todo el tiempo.

A mis maestros quienes nunca desistieron al enseñarme, a ellos que continuaron depositando su esperanza en mí.

A todos los que me apoyaron para escribir y concluir esta tesis.

Para ellos es esta dedicatoria de tesis, pues es a ellos a quienes se les debo por su apoyo incondicional.

## **AGRADECIMIENTO**

A DIOS por darme la vida, sabiduría e inteligencia necesaria para culminar mi carrera con éxito.

Estas líneas sirven para expresar mi más profundo y sincero agradecimiento a docentes, asesores, compañeros de estudio y amigos, que con su ayuda han colaborado en la realización del presente trabajo, por la orientación, el seguimiento y la supervisión continúa de la misma, pero sobre todo por la motivación y el apoyo recibido a lo largo de estos años.

A todos ellos, muchas gracias.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<a href="#"><u>APROBACIÓN DE LA TESIS</u></a> .....	II
<a href="#"><u>DEDICATORIA</u></a> .....	III
<a href="#"><u>AGRADECIMIENTO</u></a> .....	IV
<a href="#"><u>ÍNDICE DE CONTENIDOS</u></a> .....	V
<a href="#"><u>ÍNDICE DE TABLAS</u></a> .....	VI
<a href="#"><u>ÍNDICE DE FIGURAS</u></a> .....	VII
<a href="#"><u>RESUMEN</u></a> .....	VIII
<a href="#"><u>ABSTRACT</u></a> .....	IX
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN .....	10
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO .....	18
CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA.....	70
CAPÍTULO 4. DESARROLLO DE LA TESIS.....	84
CAPÍTULO 5. RESULTADOS .....	115
DISCUSIÓN .....	116
CONCLUSIONES .....	118
RECOMENDACIONES .....	121
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	122
ANEXOS .....	123

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cobertura en Agua y Saneamiento al 2016.....	15
Tabla 2. Agentes Infecciosos Potenciales en el Agua Doméstica Residual Bruta.....	43
Tabla 3. Enfermedades Víricas para el Hombre.....	48
Tabla 4. Purga de lodo y cantidad de cal para mantenimiento anual por capacidades de biodigestor.....	60
Tabla 5. Organos a Cargo de Acciones del PNSR.....	66
Tabla 6. Operacionalización de variables.....	70
Tabla 7. Distancias y Tiempo de Acceso al Caserío de Huayabas.....	86
Tabla 8. Cobertura de servicios básicos.....	88
Tabla 9. Causas de morbilidad general en los pobladores.....	92
Tabla 10. Población Actual del caserío de Huayabas al 2017.....	96
Tabla 11. Coeficiente de Infiltración por tipo de ensayo de permeabilidad.....	99
Tabla 12. Clasificación de los terrenos según resultados de percolación.....	100
Tabla 13. Planilla de capacidades de biodigestor.....	104
Tabla 14. Cuadro resumen de presupuesto del proyecto de unidades básicas de saneamiento con biodigestor.....	108
Tabla 15. Costo anual de operación y mantenimiento con proyecto.....	109
Tabla 16. Cuadro resumen de presupuesto del proyecto de unidades básicas de saneamiento con tanque séptico.....	111
Tabla 17. Costo de operación y mantenimiento anual con proyecto de saneamiento.....	112
Tabla 18. Resumen de las alternativas con su presupuesto y costo anual de O&M con proyecto.....	113
Tabla 19. Eficiencia en remoción de contaminantes de aguas residuales domésticas.....	113
Tabla 20. Límites máximos permisibles para los efluentes de PTAR.....	113
Tabla 21. Tasas de crecimiento anual según departamentos.....	124

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Defectos de los Sistemas Convencionales de Tratamiento de Aguas Residuales.....	26
Figura 2. Sistema de Alcantarillado Sanitario.....	27
Figura 3. Sistema de Alcantarillado Condominial .....	28
Figura 4. Sistema de alcantarillado in situ .....	29
Figura 5. Sistema Alcantarillado Pluvial .....	30
Figura 6. Composición de las Aguas Residuales Domesticas .....	32
Figura 7. Composición de los Solidos Totales a T° 105°C .....	34
Figura 8. Concentraciones aproximadas para un agua residual de concentración media .....	36
Figura 9. Ruta aerobia y anaerobia en la degradación y conversión microbiana de material orgánico. ....	46
Figura 10. Relaciones de DBO5 y DQO para Biodegradabilidad. ....	51
Figura 11. Esquema de funcionamiento de un tipo de tanque séptico mejorado prefabricado .....	56
Figura 12. Sistema de Tratamiento de Efluentes Cloacales.....	57
Figura 13. Vista Interior y Exterior en 3d del Biodigestor. ....	58
Figura 14. Funcionamiento del biodigestor .....	59
Figura 15. Limpieza de Biofiltros del Biodigestor.....	61
Figura 16. Esquema de las tipologías referentes a las U.B.S. con tanque séptico. ....	63
Figura 17. Ubicación del Caserío Huayabas. ....	71
Figura 18. Esquema Completo del Trabajo de Investigación a Realizar. ....	83
Figura 19. Ubicación de la Provincia de Pataz.....	84
Figura 20. Mapa del Distrito de Parcoy .....	85
Figura 21. Vista topográfica general del caserío de Huayabas. ....	94
Figura 22. Ubicación de calicatas del test de percolación In Situ en el caserío de Huayabas. ....	95
Figura 23. Árbol de decisión para elegir la opción tecnológica de saneamiento en el ámbito rural. ....	102
Figura 24. Dimensiones de biodigestor de acuerdo a su capacidad .....	105
Figura 25. Dimensiones para caja de lodos del biodigestor. ....	106
Figura 26. Plano de planta y corte del sistema completo de saneamiento básico. ....	107
Figura 27. Límites Máximos Permisibles para los efluentes de PTAR .....	125

## RESUMEN

Esta investigación se desarrolló dentro de la ingeniería sanitaria y tuvo como objetivo general realizar una propuesta de diseño del sistema de saneamiento básico en el Caserío de Huayabas, Distrito de Parcoy, Provincia de Pataz, Departamento de La Libertad. La muestra fue los 205 pobladores del caserío. La metodología de investigación se identificó como No Experimental, descriptivo. Los métodos usados fueron las entrevistas, observación directa y revisión de documentos de proyectos similares. Los resultados fueron construir 41 módulos de Unidades Básicas de Saneamiento y biodigestor, con un periodo de diseño de 10 años, cada módulo será de 3.30 m<sup>2</sup>, dotación de agua de 80 l/hab/día, Instalación de 41 biodigestores de 600 litros y el sistema de infiltración tendrá 2 zanjas de 0,60x0,80x5,50 metros. El presupuesto es de 634 557,06 S/. y un tiempo de ejecución de 120 días. Las conclusiones son el diseño de unidades básicas de saneamiento con biodigestor, se determinó que actualmente no existe un sistema de saneamiento en el caserío, la red de desagüe contará con 2 líneas: una tubería de PVC 4" para el inodoro que conecta al biodigestor y la otra línea de tubería PVC 2" para aguas grises que se acoplará a la salida del biodigestor. Poseerá tratamiento biológico anaerobio con una eficiencia en remoción de: DBO 94% (15-80 mg/l), DQO 88% (80-190 mg/l), sólidos sedimentables 98% (0,05-0,3 ml/l) y Ph estabilizado (7,5 – 8,5 UpH). El impacto social en etapa de operación, perfeccionará en corto plazo la calidad del agua potable y eliminación de fuentes de contaminación, con reflejos positivos en la salud de pobladores, también reducción de costos por servicios médicos, reducción de riesgos de morbilidad y mortalidad.

Palabras Clave: Saneamiento básico, biodigestor, biofiltro, anaerobio y unidades básica de saneamiento.

## ABSTRACT

This research was developed within the sanitary engineering and had as general objective to make a proposal of design of the system of basic sanitation in the Caserío de Huayabas, District of Parcoy, Province of Pataz, Department of La Libertad. The sample was the 205 inhabitants of the hamlet. The research methodology was identified as Non-Experimental, descriptive. Methods used were interviews, direct observation and review of documents of similar projects. The results were to build 41 modules of Basic Units of Sanitation and biodigestor, with a design period of 10 years, each module will be of 3.30 m<sup>2</sup>, the water supply of 80 l / hab / day, Installation of 41 biodigestors of 600 liters and the infiltration system has 2 ditches of 0.60x0.80x5.50 meters. The budget is 634 557.06 S /. and a run time of 120 days. The conclusions are the design of basic units of sanitation with biodigestor, it was determined that there is currently no sanitation system in the farm, the drainage red contains 2 lines: a PVC pipe 4" for the toilet that connects the biodigestor and the another PVC pipe line 2" for gray water that is coupled to the outlet of the biodigestor, an anaerobic biological treatment with an efficiency of removal of: DBO 94% (15-80 mg / l), DQO 88% (80-190 mg / l), sedimentable solids 98% (0.05-0.3 ml / l) and stabilized Ph (7.5 - 8.5 UpH). The social impact in the passage of the operation, short-term improvement of water quality and elimination of sources of pollution, with positive reflections on the health of the population, also reducing costs for medical services, Reduction risk of morbidity and mortality.

Keywords: Basic sanitation, biodigestor, biofilter, anaerobic and basic sanitation units.

## CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

En nuevas infraestructuras el déficit de inversión se hace más evidente en el saneamiento, más concretamente en la falta de instalaciones para la depuración de aguas residuales, fundamentalmente en municipios de pequeño y mediano tamaño, lo que provoca que España continúe incumpliendo la Directiva 271/91 sobre tratamiento de las aguas residuales urbanas. Asimismo, se observa un progresivo envejecimiento de las redes de alcantarillado, que actualmente suman 165.000 km. de red, 3,6 metros de tubería por persona. Su porcentaje de renovación es del 0,6% y el 26% tiene menos de 15 años, el 34% entre 15-30 años y el 40% más de 30 años. En cuanto a las inversiones, en términos generales los operadores destinan un 12,5% de la facturación a inversión en nuevas infraestructuras o equipamientos y un 9,4% a inversión en renovación, donde el mayor peso es para el alcantarillado, seguido del abastecimiento. En total, los operadores destinan alrededor del 22% de la facturación a renovación e inversión en nuevas infraestructuras, lo que supone 1.376 millones de euros. La inversión realizada por los operadores de los servicios de agua urbana equivale al volumen de inversión realizado por el conjunto de las administraciones, tanto de carácter estatal como autonómico, en materia de agua. (Iagua, 2016)

En México la cobertura de alcantarillado considera la población con drenaje a red pública y a fosa séptica. Los rezagos al 2015 se encontraban principalmente en Guerrero, Oaxaca, San Luis Potosí y Yucatán. Según Conagua la cobertura al 2015 del alcantarillado alcanzó el 91,4 % a nivel nacional, del cual el 96,6 % está en zonas urbanas y el 74,2 % en rural. Las aguas residuales son recibidas en plantas de tratamiento para la remoción de sus contaminantes, antes de su descarga a cuerpos de agua. Las plantas municipales tratan la descarga de las localidades, principalmente vertidos domésticos. Las aguas residuales municipales llegan a un total de 212,0 m<sup>3</sup>/s colectados de los cuales el 120,9 m<sup>3</sup>/s son tratados y existen 2477 plantas. Las aguas residuales industriales son colectadas en un total de 214,6 m<sup>3</sup>/s de los cuales el 70,5 m<sup>3</sup>/s son tratados y existen 2832 plantas. (Agua, 2016)

El Ecuador desde marzo del 2016, es uno de los 12 países a nivel mundial que forma parte de un proyecto piloto en la medición de indicadores de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en el tema: Agua Limpia y Saneamiento, este proyecto se ha desarrollado con el apoyo del Programa de Agua y Saneamiento del Banco Mundial y en coordinación con el Programa Conjunto de Monitoreo de Agua Potable y Saneamiento (JMP por sus siglas en inglés) agencia de la OMS/UNICEF. La medición de los ASH se logró de una sub muestra (16.722 personas) de la Encuesta de Empleo, Desempleo y Subempleo (ENEMDU) de diciembre del 2016, estudio que incluyo una prueba química (de ausencia – presencia de la bacteria E.coli) para medir la calidad de agua para beber. Según este estudio, el 70,1% de los ecuatorianos tiene acceso a agua segura para beber (sin e.coli) y el 21,8% tiene acceso básico, lo que significa en ambos casos que el agua la reciben de una fuente mejorada que está en la vivienda o cerca de ella y de manera suficiente. Por áreas, el 79,1% de la población en la zona urbana toma agua segura mientras que en el área rural el porcentaje alcanza el 51,4% de la población. Los resultados para el indicador de instalación adecuada para la higiene refleja que más de 14 millones de personas (el 85,5%) a nivel nacional tienen una instalación para lavarse las manos con agua y jabón dentro de la vivienda. En la zona rural el porcentaje es de 75,1% mientras que en la zona urbana es de 90,3%. En el caso del indicador de saneamiento, el 85,9% de los ecuatorianos tiene saneamiento básico, es decir, tienen servicio higiénico adecuado (alcantarillado, excusado pozo séptico/pozo ciego, letrina con losa) y de uso exclusivo para los miembros del hogar. En el área rural el 80,4% tiene saneamiento básico, mientras que en la urbana llega a 88,5%. (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2017)

Según la FAO somos el 8° país del mundo en reservas de agua dulce (2% del planeta), sin embargo, la calidad del servicio de agua y saneamiento es muy deficiente, principalmente al interior del país; 1 de cada 5 peruanos no cuentan con acceso a agua potable, y en regiones como Huancavelica, Ucayali, Loreto, Cajamarca y Pasco, solo tiene acceso entre 51% y 60% de hogares; en la población rural únicamente 2% cuenta con servicio; además, 6 millones de peruanos no cuentan con saneamiento. Y en Lima, más de 1 millón no tiene agua potable, según la Autoridad Nacional del Agua (ANA) la capital sufre escasez severa de agua por

expansión demográfica, cambio climático y su ineficiente uso (30% del agua producida no es facturada por uso clandestino y fugas en redes).

La razón de esta situación se debe a la reducida inversión (de S/. 8,000 millones anuales requeridos se asigna la mitad), deficiente gestión, mala distribución, expedientes mal realizados y corrupción. El servicio nacional de agua potable y alcantarillado, además de Sedapal está en manos de 49 empresas públicas prestadoras de agua y saneamiento (EPS) gestionadas por municipalidades provinciales y distritales. En julio pasado el ex ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Von Hesse, manifestaba que “las EPS están podridas y los recursos que administran son los peores gestionados” además que este sistema “ha fracasado desde hace 20 años”, sin embargo, no se permite al sector privado participar en provisión de estos servicios esenciales. (Palacios Dongo, 2016)

En la región La Libertad, el año 2001, el 54.4% de los hogares de la región tenían acceso a alcantarillado mediante conexión de red pública, según el INEI. Para el 2014, este porcentaje aumentó a 71.9%, creciendo, en esos años, más que el promedio nacional (17.5% vs. 14.5%). Mostrando un comportamiento similar, el acceso a agua potable mediante red pública de los hogares pasó de 77.3% en 2001 a 87.8% en 2014, creciendo 14.1% durante el periodo de análisis. El limitado acceso a servicios de saneamiento es agudo principalmente en las provincias de la sierra, y en una provincia de la costa (Virú), siendo Pataz la más afectada. Estas superan los promedios regionales de acceso a agua potable (28%) y de alcantarillado (44%) mediante conexión de red pública, Asimismo, los distritos que registran los mayores porcentajes de viviendas sin acceso a agua potable son los distritos de Taurija (99.7%), Santiago de Challas (99,6%), Huancaspata (99.5%), Huaylillas (99.5%), Urcubamba (99.2%), Ongon (99.0%), Huayo (98.9%) y Buldibuyo (98.7%), todos ellos ubicados en la provincia de Pataz. Por otro lado, los distritos con mayores porcentajes de viviendas sin acceso a alcantarillado mediante red pública son Uchumarca (99.6%) y Bambamarca (97.3%) en Bolívar, Huaso (99.5%) en Julcán, Ongón (99.3%) y Parcoy (97.7%) en Pataz, y Sanagorán (98.1%) y Marcabal (97.6) en Sánchez Carrión.

En los locales escolares el porcentaje con acceso a los servicios de agua potable es del 52.1% y el Porcentaje locales escolares con acceso a los servicios de Saneamiento es de 71.9% al año 2015. (Gobierno Regional La Libertad, 2016)

A nivel del distrito de Parcoy de llegarse a ejecutarse el proyecto de saneamiento que estoy proponiendo, sería el segundo proyecto de saneamiento básico ejecutado. El caserío de Huayabas, jurisdicción del Distrito de Parcoy y Provincia de Pataz, Región La Libertad, no cuenta con el servicio de alcantarillado, los pobladores disponen de servicios higiénicos que sus aguas descargan a pozos ciegos en obsoletas y pésimas condiciones sanitarias construidas por los mismos pobladores y otros hacen uso del campo libre. A causa de ello la incidencia de enfermedades va en aumento, también generando contaminación al medio ambiente.

El problema principal a resolver es la falta del servicio de saneamiento en el caserío de Huayabas - Distrito de Parcoy – Provincia de Pataz – La Libertad.

Sus causas principales son las siguientes:

- Consumo de agua de deficiente calidad.
- Inadecuados hábitos de prácticas de Higiene.
- Disposición sanitaria de excretas al aire libre.
- Letrinas deterioradas e insuficientes.
- Inexistencia de infraestructura para disposición sanitaria de excretas.
- Insuficiente gestión del servicio.

Las consecuencias de no realizar el proyecto propuesto serían las siguientes:

Consecuencia Directa:

- Bajo nivel de salud de la población.

Consecuencias Indirectas:

- Incremento de la Morbilidad de la Población.
- Presencia de enfermedades gastrointestinales.
- Incremento de los gastos de salud de la población.

Consecuencia Final:

- Deterioro de la Calidad de vida de la población.

## 1.2. Formulación del Problema

¿Cuál es la propuesta de diseño del sistema de saneamiento básico en el Caserío de Huayabas - Parcoy – Pataz - La Libertad, 2017?

## 1.3. Justificación

### Teórica

Este documento da la iniciativa para la realización del presente proyecto y nace con la necesidad Incrementar la cobertura, calidad y sostenibilidad de los servicios de saneamiento en la localidad de Huayabas.

La población estimada del Perú al año 2016 es de 31.4 millones de habitantes, de los cuales, el 77.2 % vive en el ámbito urbano, mientras que el 22.8 % vive en el ámbito rural. **Se estima que 3,4 millones de peruanos carecen del servicio de agua y 8,0 millones de peruanos carecen del servicio de alcantarillado.** Como se puede apreciar, las brechas en el acceso a los servicios de saneamiento constituyen el problema central que afecta al sector saneamiento.

En el área urbana, la cobertura a nivel nacional de agua potable, medida como la disponibilidad de una conexión física a la vivienda, es de 94.7 %; mientras que la cobertura de alcantarillado es 89.5 %. Por su parte, en el área rural, la cobertura de agua potable, medida como el acceso a una fuente segura, es 70.5 % en agua; mientras que la de alcantarillado alcanza el 23.7 %. En el ámbito rural se concentra el 62.2 % de la población que no tiene acceso al agua, así como el 68.2% de población que carece de servicios de alcantarillado.

Tabla 1: Cobertura en Agua y Saneamiento al 2016

	2016		
	Resúmen		
	urbano	rural	total
<b>Poblacion Nacional 2016</b>	24,278,749	7,182,622	31,461,371
<b>%</b>	<b>77.2%</b>	<b>22.8%</b>	<b>100.0%</b>
<b>Agua Potable</b>			
<b>Cobertura (%)</b>	<b>94.7%</b>	<b>70.5%</b>	<b>89.2%</b>
<b>Población Atendida AP</b>	22,988,823	5,063,365	28,052,188
<b>Población No Atendida</b>	<b>1,289,926</b>	<b>2,119,257</b>	<b>3,409,183</b>
<b>% Población no atendida</b>	<b>37.8%</b>	<b>62.2%</b>	<b>100.0%</b>
<b>Alcantarillado u otras formas de disposición</b>			
<b>Cobertura (%)</b>	89.5%	23.7%	74.5%
<b>Población Atendida AL</b>	21,721,140	1,703,328	23,424,468
<b>Población No Atendida</b>	<b>2,557,609</b>	<b>5,479,294</b>	<b>8,036,903</b>
<b>% Población no atendida</b>	<b>31.8%</b>	<b>68.2%</b>	<b>100.0%</b>

Fuente: ENAPRES 2016 Elaboración Dirección de Saneamiento - DGPRCS (MVCS)

## Práctica

Esto consiste en un plan de funcionamiento y mantenimiento del Sistema de Agua Potable y Saneamiento, el cual estará a cargo del Comité o Jefe Responsable de la JASS (JUNTA ADMINISTRADORA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO) del caserío, después que la obra haya sido transferida por la Unidad Ejecutora. Los recursos se obtendrán de las gestiones que obtendrá la Municipalidad Distrital de Parcoy a través de las fuentes de financiamiento; en tanto el proyecto demuestre su viabilidad técnica, económica, social y ambiental. La Municipalidad, una vez concluida la obra, transferirá a la JASS de la localidad correspondiente, que será la entidad responsable de la Operación, Mantenimiento y Administración del Sistema de Agua Potable y Saneamiento. Por la prestación de estos servicios, la población beneficiaria asumirá el costo de los mismos, con el fin de garantizar el funcionamiento normal y continuo del proyecto.

## **1.4. Limitaciones**

Al realizar la investigación se tuvo diversas limitaciones, entre estas, la información pública disponible no es muy abundante respecto a proyectos de saneamiento rural con uso de biodigestores de polietileno.

Otra limitación es el no haber podido realizar una comparación mediante modelos físicos debido a restricciones económicas.

La distancia de ubicación del caserío respecto de la ciudad de Trujillo ha sido una limitación considerable para realizar los temas de estudios técnicos y búsqueda de información local. Así mismo este informe es válido para la región geográfica analizada y tendrá vigencia temporal definida por el desarrollo tecnológico.

La solución en las limitaciones presentadas en este trabajo de investigación para el caso de la poca información encontrada en el ámbito nacional, la búsqueda se ha hecho en páginas web de otros países que cuenta con la misma problemática. El análisis del proyecto se realizará en la zona que se desea mejorar la calidad de vida de los pobladores del caserío de Huayabas.

## **1.5. Objetivos**

### **1.5.1. Objetivo general**

Realizar una propuesta de diseño del sistema de saneamiento básico en el Caserío Huayabas - Parcoy – Pataz - La Libertad, 2017.

### **1.5.2. Objetivos específicos**

- Realizar un diagnóstico del sistema actual de saneamiento y su afectación en las familias del caserío de Huayabas.
- Realizar el estudio topográfico del área a estudiar.
- Definir las características del sistema de saneamiento básico.
- Definir las características de las unidades básicas de saneamiento.
- Diseñar un sistema de tratamiento, programas y actividades que permitan dar cumplimiento a la normatividad en saneamiento rural.

## CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1 ANTECEDENTES

(Ríos Agudelo, 2015) El Plan de Saneamiento básico es uno de los prerrequisitos fundamentales para el cumplimiento de las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), además permite a la empresa tener inocuidad y calidad en sus productos. De gran importancia es darle continuidad a la implementación de los programas para lograr los objetivos propuestos. Cada uno de los programas descritos debe ser claros. Para ejecutarlos se debe orientar y capacitar al personal acerca de la manera como hacer lo que allí quede establecido y lo deben tener a su disposición para cuando lo necesiten, además algunas actividades cuentan con instructivos y letreros alusivos que les recuerdan lo que deben hacer. Para el control de actividades, los formatos elaborados permiten el seguimiento y registro de los procedimientos y así generar orden y cumplimiento a cada programa.

Conclusiones: La implementación del plan de saneamiento básico permite al centro de producción asegurar la calidad de sus productos mediante la inocuidad y las practicas higiénicas en todos los procesos productivos. La documentación e implementación inicial del plan de saneamiento básico es un avance al desarrollo de las actividades diarias, es importante que se le dé continuidad al registro de actividades en todos los formatos y cada vez más puedan existir mejoras que contribuyan al bienestar de la planta. La entrega de los cuatro programas de saneamiento básico es una guía para cumplir efectivamente con lo estipulado por el Decreto 3075 de 1997 y Resolución 2674 de 2013. Los empleados se encuentran capacitados en BPM pero es indispensable la continuidad en las capacitaciones para seguir reforzando y mejorando las prácticas higiénicas y calidad en los productos. Las reformas hechas en la planta están bien estructuradas, se separaron las áreas de proceso de manera tal que las operaciones de cocción, preparaciones, corte y empaque se hagan por separado, así evitar contaminación cruzada y brindar estandarización y continuidad a cada proceso. La documentación de los programas de saneamiento básico y los registros de actividades son evidencias para el INVIMA de que estamos trabajando en pro de elaborar productos de calidad.

El aporte de esta tesis a mi investigación es la utilización de un plan de saneamiento básico que permite a las empresas tener inocuidad y calidad en sus productos en los procesos de producción de manufactura.

(Tapia Idrovo, 2014) La investigación de esta tesis se centró en el estudio de la gestión de los servicios públicos domiciliarios de agua potable y alcantarillado en la ciudad de Santo Domingo de los Colorados. Empieza haciendo una revisión histórica del desarrollo de los servicios públicos de agua potable y alcantarillado en la región para recorrer, con cierta extensión, el desarrollo de este tema en el Ecuador. En este el trabajo se estudia de manera exhaustiva el marco legal de la prestación de servicios en el país. Se analizaron los indicadores de gestión porque la tesis tiene como objetivo proponer un cambio que los incorpora como parte importante de la administración. Estos indicadores de gestión, de calidad, cantidad y continuidad, son los que propone la ciencia de la administración para realizar con eficiencia el manejo de cualquier empresa, sea pública o privada. Se realizó una amplia investigación bibliográfica y de campo. Se estudiaron exhaustivamente los cambios y modernizaciones realizadas en la gestión de estos servicios tanto en el país como en otras cinco naciones de Sudamérica en el afán de conocer los cambios legales que fueron necesarios para adaptar este servicio a la creciente población de un continente joven que no hace más que crecer en habitantes. Como resultado se hace una propuesta de un órgano de control que vigile el buen hacer de la Empresa Pública Municipal de Agua Potable y alcantarillado en Santo Domingo. En el capítulo tres se especifican cuáles son las leyes que facultan a los ciudadanos para constituirse como ente regulador. Se concluye que la sistémica politización de las empresas públicas ha sido la causa de la ineficiencia de las mismas.

Conclusiones: Los servicios de saneamiento en el Ecuador no cubrían las necesidades de los habitantes en el pasado y no lo hacen en el presente. Una situación de alto riesgo para uno de los países con más alto índice de crecimiento poblacional de una región que crece a velocidad acelerada. En comparación con los países vecinos, son unos de los más anti técnicos, obsoletos e ineficientes; y muy lejos de la técnica, automatización y respeto por el medioambiente de los países del primer mundo. Le empresa de agua potable y alcantarillado de Santo Domingo de los

Colorados es ineficiente. Se concluye de esta investigación que a pesar de la descentralización los servicios de saneamiento siguen siendo manejados por los políticos de turno, cuyas maniobras electoreras y cortoplacista son responsables de que estas empresas no tengan el adelanto técnico, tecnológico y administrativo que se requiere para que cumplan con su importante papel en la ciudad. Se ha podido constatar a lo largo de este estudio que el servicio de alcantarillado sigue funcionando con tuberías que ya han cumplido su vida útil. Las descargas se las hace de una manera directa hacia los ríos, esteros y quebradas. Se nota el descontrol en la administración de la EPMAPA- SD. La ausencia de un ente de control hace que la no preste un servicio eficiente, de calidad y continuidad.

El aporte de esta tesis para mi trabajo de investigación es un estudio de la gestión de los servicios públicos domiciliarios de agua potable y alcantarillado. También me da indicadores de gestión, calidad, cantidad y continuidad, que propone para la administración realizarla con eficiencia el manejo de cualquier empresa, sea pública o privada. Hace una propuesta de un órgano de control que vigile el buen hacer de la Empresa Pública.

( Palma Culipichún, 2015) En su informe desarrolla el proyecto denominado “Estudio de factibilidad técnica de dotación de agua potable y evacuación de aguas servidas en población de 60 viviendas, comuna de Porvenir”, analizando los sistemas de redes según lo estipulado en el certificado de factibilidad de dicho proyecto habitacional. Para lograr este cometido, se incluye una aproximación conceptual que permite conocer el funcionamiento de los sistemas, describiendo el certificado de factibilidad así como los aspectos alternativos para dotar y evacuar las aguas servidas del sector mediante criterios que se utilizan para el diseño de los proyectos de agua potable y alcantarillado. Los resultados de este estudio dan cuenta que es viable la construcción de estos sistemas, ya que se encuentran justificados con cálculos de carácter normativo y solo podrán ser modificados cuando surjan problemas en terreno, es decir, durante la ejecución de las obras.

Se concluyó: Para el proyecto de agua potable se consideró una conexión a redes de servicios ya existentes a través de la instalación de tuberías de PVC Clase 10 con unión Anger en toda la red, de diámetro  $D= 110$  mm cumpliendo con las expectativas de abastecer de agua potable a las 60 viviendas, contemplando la instalación de dos

grifos brida intermedia de diámetro  $D = 100$  mm. Además, con los cálculos realizados, la presión mínima alcanza los 15 m.c.a. para el caso del caudal máximo horario y de 5,433 m.c.a. para el caso del caudal máximo diario más caudal del grifo en el Nudo 11 (ambos procesos cumplen con las presiones mínimas de 15 m.c.a. y de 5 m.c.a. respectivamente). Para el proyecto de evacuación de aguas servidas se consideró la opción de un punto de empalme, correspondiente a un colector propiciado por la empresa Aguas Magallanes. La instalación de las tuberías es de material PVC de Diámetro  $D = 200$  mm y en general este sistema es del tipo alcantarillado convencional con flujo gravitacional. A través de los cálculos realizados se tuvo circunspección con las notas estipuladas en el certificado de factibilidad, asociadas al caudal y velocidades máximas de llegada al colector público (caudal menor a 10 L/s y velocidad menor a 2 m/s) las que cumplen con la propuesta de diseño.

El aporte de este informe para mi trabajo de investigación es, el funcionamiento de los sistemas de agua potable y alcantarillado, describiendo el certificado de factibilidad así como las alternativas de solución para dotar y evacuar las aguas servidas mediante criterios que se utilizan para el diseño de los proyectos de agua potable y alcantarillado.

(Avila Trejo & Roncal Linares, 2014) Este trabajo de tesis consiste en el diseño de una red de saneamiento básico para zonas rurales, teniendo como caso de estudio el centro poblado Aynaca, perteneciente al distrito Cochamarca, provincia de Oyón, Departamento de Lima. Localidad que no cuenta con los servicios básicos de saneamiento, lo que implica un incremento de enfermedades, baja calidad de vida y contaminación ambiental. Es así que para efectos de este estudio se utilizó el tipo de investigación explicativa, que persigue describir el problema e intenta encontrar las causas del mismo. Además, las variables del proyecto responden al de una investigación por objetivos, donde se define a la población en estudio, se elaboran encuestas, se ubican los componentes de saneamiento y se desarrollan los cálculos para la red en mención. Se consideró como alternativa de solución los sistemas de captación (tipo ladera), línea de conducción (2,180 m de tubería de PVC-UF DN 63 mm), reservorio apoyado (capacidad de 40 m<sup>3</sup>), línea de aducción (88.16 m de tubería de PVC-SAP C-10 1 1/2"), red de distribución (741.23 m de tubería de PVC-SAP C-10 1" y 94.88 m de tubería PVC-SAP C-10 3/4"), red de alcantarillado (23

buzones y 1,096.48 m de tubería de PVC 160 mm SN2) y planta de tratamiento (Tanque Imhoff). Finalmente se elaboró un presupuesto, comprobándose que se necesita un total de 3,012.52 Nuevos Soles en promedio por habitante para poder ejecutar el proyecto. Al finalizar el trabajo se pudo concluir que ejecutándose la propuesta anteriormente mencionada se mejorará la calidad de vida de los pobladores de la zona rural en estudio puesto que se les dotará de agua potable, un sistema de alcantarillado y una planta de tratamiento de aguas residuales.

Conclusiones: El modelo (sistema) permitirá brindar servicios de agua potable y disposición de excretas a un total de 395 pobladores que actualmente habitan en 79 viviendas al primer año de funcionamiento del estudio, así mismo se atenderá a un institución educativa y una posta de salud (donde se instalará una conexiones domiciliarias de agua y una unidad básica de saneamiento a cada una de ellas), contribuyendo de esta manera a mejorar la calidad de vida y las condiciones sanitarias de los pobladores de Aynaca. La inversión inicial del Proyecto (a ejecutarse el año 0) a precios de mercado para la alternativa seleccionada de agua potable, asciende a S/. 444,645.59, para el sistema de alcantarillado S/. 269,592.45 y para la planta de tratamiento S/. 475,705.45; haciendo un total de S/. 1'189,943.48 (gastos generales 7.5%, utilidades 10% y I.G.V. 18%). Por lo tanto el monto de inversión pública es de S/. 3,012.52 por habitante. Si el proyecto fuera ejecutado por el Distrito de Cochamarca por la modalidad de administración directa el presupuesto total ascendería a S/. 922,603.13. Por lo tanto, el monto de inversión pública es de S/. 2,335.70 por habitante.

Esta tesis me ofrece información de un diseño de una red de saneamiento básico para zonas rurales y que consideró como alternativa de solución los sistemas de captación (tipo ladera), línea de conducción, reservorio apoyado, línea de aducción, red de distribución, red de alcantarillado y planta de tratamiento (Tanque Imhoff).

(Lopez Diestra & Aguilar Mendoza, 2014) El análisis de vulnerabilidad de esta tesis, provee una metodología sencilla para dar respuesta y prevenir a la amenaza, vulnerabilidad y riesgo sanitario-ambiental, de sufrir daños de cada uno de los componentes del sistema de agua potable y de la disposición sanitaria de excretas y aguas residuales en el centro poblado El Molino-Chocope, De acuerdo al resultado, se definen las medidas de mitigación necesarias, y los procedimientos de emergencia

y respuesta al impacto que deben seguirse si el "desastre" se presenta antes de haber ejecutado las medidas de mitigación, o estas no fueron suficientes para evitar los daños. En la presente Tesis, se propone que la disposición sanitaria de excretas y aguas residuales será mediante Biodigestores y se define el proceso de planificación para poder definir un programa de atención de emergencias y desastres, indicándose su contenido y las etapas en orden de prioridad que deben llevarse a cabo para elaborarlo, ejecutarlo y mantenerlo actualizado. Fundamentos técnicos para poder desarrollar el análisis de vulnerabilidad en los sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario. Qué es la vulnerabilidad, cómo se cuantifica, y cómo debe hacerse este análisis a través de las matrices de probabilidad de daños. Descripción general de las principales amenazas naturales, y una relación detallada de los daños más importantes que estos pueden provocar en los componentes de los sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario, aplicación de la metodología del análisis de vulnerabilidad para las diferentes amenazas. Es una descripción detallada de cómo rellenar cada una de las matrices propuestas.

Conclusiones: Los estudios de Análisis de Vulnerabilidad deben ser producto del trabajo multidisciplinario e Interinstitucional. Aplicación de criterios de prevención en el diseño, ubicación, selección de materiales, etc. Aplicación de criterios de prevención en el diseño, ubicación, selección de materiales, etc. Para una adecuada Gestión de Riesgo: Educación Sanitaria y participación activa de la Población, organización Institucional. El Proyecto de agua y Alcantarillado debe tener Sostenibilidad.

Esta tesis ha sido útil para mi investigación por dar buena información sobre una metodología sencilla para dar respuesta y prevenir la amenaza, vulnerabilidad y riesgo sanitario-ambiental, de sufrir daños de cada uno de los componentes del sistema de agua potable y de la disposición sanitaria de excretas y aguas residuales.

Nota: En la investigación buscada en el ámbito local del distrito de Parcoy no se ha encontrado trabajos de investigación referente a instalación de saneamiento básicos.

## 2.2 BASES TEÓRICAS

### 2.2.1 Sistema de Saneamiento Básico

La gestión sostenible de los recursos hídricos y saneamiento será una realidad cuando se revolucione la gestión de los sistemas de agua y saneamiento, dejando atrás los sistemas convencionales, y adaptando el enfoque de cierre de los ciclos de agua y de los nutrientes. Los sistemas de saneamiento están compuestos por todos los dispositivos técnicos necesarios para tratar las aguas residuales (comunal, de la agricultura e industrial) a través de procesos de recolección y tratamiento, haciendo segura su reutilización. Se puede lograr un manejo sostenible de los recursos, cuando al combinarse las diferentes unidades funcionales en un sistema de saneamiento, se logra una adecuada adaptación entre estas unidades, como también a los aspectos socio-culturales del contexto geográfico de una localidad determinada. (Obtenido de <http://www.sswm.info/es/category/step-gass-en-al/gass-en-castellano/gesti%C3%B3n-de-agua-y-saneamiento-sostenible-en-am%C3%A9rica-l-18>)

### 2.2.2 Saneamiento Sustentable

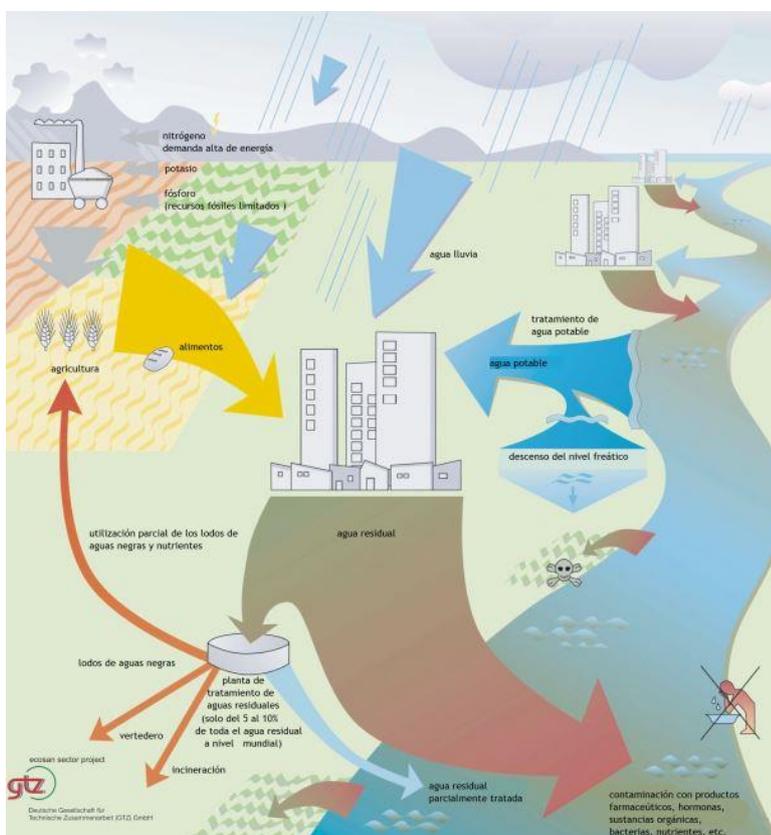
Las infraestructuras de saneamientos sustentables tienen como objetivo superar las desventajas de los sistemas y enfoques que presentan los sistemas convencionales. Uno de los principios claves para entender el enfoque, quizás sea el de entender y reconocer a las excretas humanas no como un desecho, sino como un valioso recurso que puede ser usado y reciclado.

Establecer una red de alcantarillado sustentable es una visión de trabajo que implica el desarrollo e implementación de tecnologías orientadas a prevenir la contaminación de los ecosistemas, el ahorro de agua y devolver los nutrientes contenidos en nuestras excretas a los ecosistemas terrestres con el fin de ser aprovechados para la producción agrícola.

#### Características:

- Ahorro, rehuso o reciclaje de agua.
- Separara y reciclar: Separar las excretas y residuos y tratarlos de forma independiente. Nunca juntarlos.
- Retorno de los nutrientes contenidos en nuestras excretas (nitrógeno, fósforo y potasio) al suelo y uso en la producción agrícola.
- Protección de la salud humana, mediante la prevención de la contaminación de fuentes hídricas superficiales y subterráneas.
- Prevención de la contaminación de los recursos (físicos, bióticos y abióticos) y los ecosistemas terrestres y acuáticos.
- No sobrepasar la capacidad de carga de los ecosistemas donde se inserta.

Cualquier tipo de tecnología de purificación así manejada es considerada una tecnología beneficiosa a favor de mejorar el alcantarillado y la depuración de aguas. El siguiente esquema sobre separación de los flujos y residuos ayuda a generar una estructura más eficiente, sustentable y donde los nutrientes son re-incorporados al suelo.



**Figura 1. Defectos de los Sistemas Convencionales de Tratamiento de Aguas Residuales.**

Fuente: Obtenido de <http://www.sswm.info/es/category/step-gass-en-al/gass-en-castellano/>

## 2.3 Clasificación del Alcantarillado

Los sistemas de alcantarillado de aguas residuales domésticas y pluviales se clasifican según su tipo en:

### 2.3.1 Sistemas Convencionales

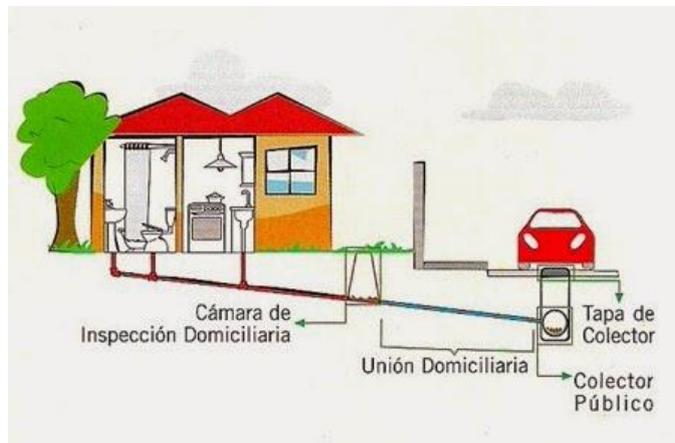
Los alcantarillados convencionales son los sistemas tradicionales utilizados para la recolección y transporte de aguas residuales o lluvias hasta los sitios de disposición final.

**A) Alcantarillado Combinado:** Es el sistema que capta y conduce simultáneamente el 100% de las aguas residuales y las pluviales. El sistema combinado puede ser utilizado cuando es indispensable transportar las aguas lluvias por conductos enterrados y no se pueden emplear sistemas de drenaje

superficiales, debido al tamaño de las áreas a drenar, la configuración topográfica del terreno o las consecuencias económicas de las inundaciones. Es un sistema útil en áreas urbanas densamente pobladas, donde los volúmenes anuales drenados de aguas residuales son mayores que los de aguas lluvias y por lo tanto su incidencia en los costos de tratamiento de efluentes es moderada.

**B) Alcantarillado Separado:** la recolección y transporte se hace independientemente.

- **Alcantarillado Sanitario.-** Es la red generalmente de tuberías, a través de la cual se deben evacuar en forma rápida y segura las aguas residuales domésticas o de establecimientos comerciales hacia una planta de tratamiento y finalmente a un sitio de vertido donde no causen contaminación o daños.



**Figura 2. Sistema de Alcantarillado Sanitario**

Fuente: Obtenido de <http://alcdomiciliaria.blogspot.pe/2015/03/>

- **Alcantarillado Pluvial.-** Es el sistema que capta y conduce las aguas de lluvia para su disposición final, que puede ser por infiltración, almacenamiento o depósitos y a cauces naturales.

### 2.3.2 Sistemas no Convencionales

Son Sistemas alternativos de más costo bajo que los convencionales basado en consideraciones de diseño adicionales y utilizando una mejor tecnología para operación y mantenimiento, se dividen en:

**A) Alcantarillados Simplificados:** se asimila a alcantarillado convencional pero en su diseño y construcción se tiene en cuenta condiciones que permiten reducir diámetros como disponibilidad de mejores equipos de mantenimiento que permitan disminuir cantidad de pozos de inspección.

**B) Alcantarillado Condominiales:** recogen las aguas residuales de un conjunto de viviendas ubicado en una área menor a 1 Ha mediante colectores simplificados y las envía a la república municipal o a plantas de tratamiento.

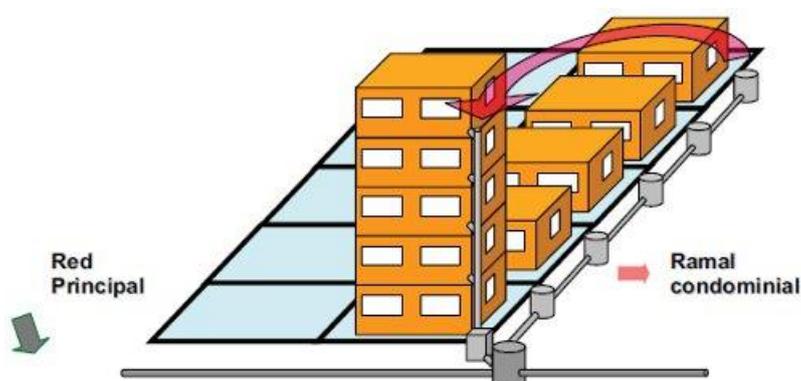


Figura 3. Sistema de Alcantarillado Condominial

Fuente: Obtenido deCivilGeeks.com

**C) Alcantarillado Sin Arrastre De Sólidos:** son sistemas en los que el agua residual de una o más viviendas es descargada a un tanque interceptor de sólidos donde éstos se retienen y degradan, produciendo un efluente sin sólidos sedimentables que es transportado por gravedad en un sistema de colectores de diámetros reducidos y poco profundos. Estos sistemas requieren mucha mayor definición y control de las contribuciones de aguas

residuales (dada su mayor rigidez), mejores equipos para su mantenimiento (en el caso de simplificados y condominiales), así como operación y mantenimiento adecuado de los tanques interceptores y control al uso indebido de los colectores.

### **2.3.3 Sistemas In Situ**

Son sistemas basados en la disposición in situ de las aguas residuales como las letrinas y tanques, pozos sépticos y campos de riego. Sistemas de muy bajo costo. Apropriados en áreas rurales con baja densidad de población y con adecuadas características del subsuelo. Sistemas transitorios a sistemas no convencionales o convencionales de recolección, transporte y disposición.



**Figura 4. Sistema de alcantarillado in situ**

**Fuente:** Obtenido de <http://www.tanquesycisternas.com/fichas/>

### **2.3.4 Sistema de Alcantarillado Pluvial**

Aquel cuando las condiciones propias de drenaje de la localidad requieran una solución a la evacuación de la escorrentía pluvial. Este sistema que capta y conduce las aguas de lluvia para su disposición final y que puede ser por infiltración, almacenamiento en depósitos o conducido a cauces naturales.

No es necesario cuando: La evacuación de la escorrentía pluvial podría lograrse satisfactoriamente a través de las cunetas de las calles.

Abarcan la totalidad de la población o solamente los sectores con problemas de inundaciones.



**Figura 5. Sistema Alcantarillado Pluvial**

Fuente: Prensa Libre Casanare – 2015

## **2.4 Agua Residual**

Se entiende por aguas residuales aquellas que han sido utilizadas con un fin consuntivo, incorporando a ellas sustancias que deterioran su calidad original (contaminación), disminuyendo su potencialidad de uso. Actualmente se han desarrollado diferentes términos para describir la composición de los diferentes tipos de aguas residuales, con el objetivo de optimizar el ciclo del agua y nutrientes, sobre todo para enfatizar el hecho de que los usuarios pueden reusarla para otros propósitos dependiendo de su composición. Se puede definir al agua residual, desde una perspectiva general, como la combinación de una o más de los siguientes efluentes: doméstico, agua de establecimientos comerciales, efluentes industriales, agua lluvia y otras escorrentías urbanas, efluentes agrícolas, hortícolas y acuícolas.

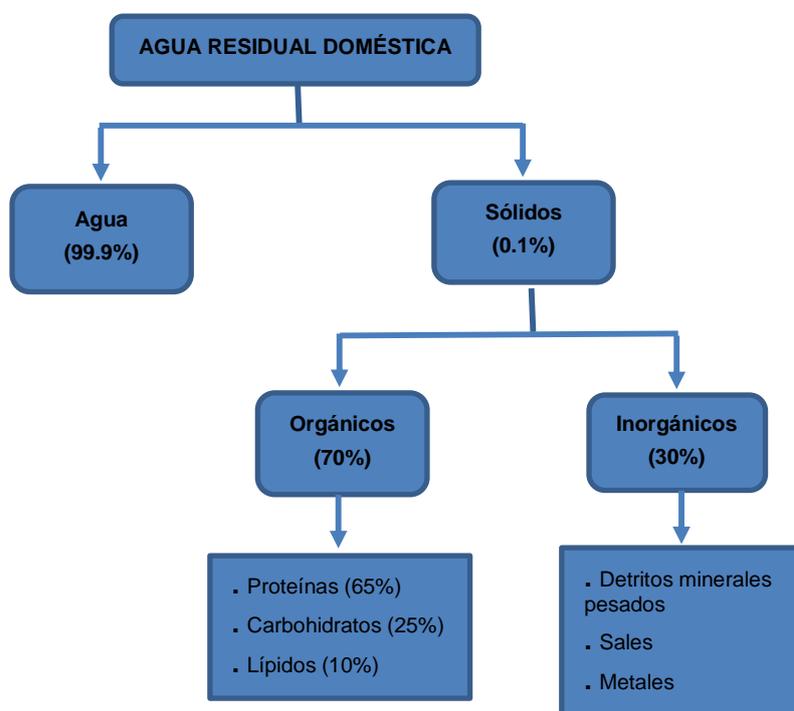
## 2.4.1 Clasificación

### 2.4.1.1 Aguas Residuales Domésticas

Son las aguas de origen principalmente residencial (desechos humanos, baños, cocina) y otros usos similares que en general son recolectadas por sistemas de alcantarillado en conjunto con otras actividades (comercial, servicios, industria). Esta agua tiene un contenido de sólidos inferior al 1%. Si bien su caudal y composición es variable, pueden tipificarse ciertos rangos para los parámetros más característicos.

Las aguas residuales domesticas se clasifican en:

- A) Aguas Negras.-** Se llaman aguas negras a aquel tipo de agua que se encuentra contaminada con sustancia fecal y orina, que justamente proceden de los desechos orgánicos tanto de animales como de los humanos. La denominación de aguas negras tiene sentido porque justamente la coloración que presentan las mismas es negra. A las aguas negras también se les llama aguas servidas, aguas residuales, aguas fecales, o aguas cloacales.
  
- B) Aguas Grises.-** Las aguas grises son generadas por procesos domésticos como el lavado de ropa, vajilla y el baño de las personas. Las aguas grises son distintas a las aguas negras, contaminadas con desechos del inodoro. Se diferencian de las aguas negras por estas no contienen bacterias fecales de excremento del inodoro, como *Escherichia coli*. Las grises son de vital importancia, porque pueden ser de mucha utilidad en el campo del regadío ecológico. Generalmente se descomponen más deprisa que las otras y tienen mucho menos nitrógeno y fósforo. En la figura 6 de la página 32 resume la composición típica de una agua residual doméstica.



**Figura 6. Composición de las Aguas Residuales Domesticas**

Fuente: Elaboración Propia

### 2.4.1.2 Aguas Residuales Industriales

Son aguas provenientes de los procesos industriales y la cantidad y composición de ellas es bastante variable, dependiente de la actividad productiva y de muchos otros factores (tecnología empleada, calidad de la materia prima, etc.). Así estas aguas pueden variar desde aquellas con alto contenido de materia orgánica biodegradable (mataderos, industria de alimentos), otras con materia orgánica y compuestos químicos (curtiembre, industria de celulosa) y finalmente industrias cuyas aguas residuales contienen sustancias inorgánicas u orgánicas no degradables (metalúrgicas, textiles, químicas, mineras).

### 2.4.1.3 Aguas Residuales Municipales

Son aquellas aguas residuales domésticas que pueden estar mezcladas con aguas de drenaje pluvial o con aguas residuales de origen industrial previamente tratadas, para ser admitidas en los sistemas de alcantarillado de tipo combinado.

#### **2.4.1.4 Características de las Aguas Residuales Domesticas**

Las características de las aguas residuales son parámetros importantes para el tipo de tratamiento, así como para la gestión técnica de la calidad ambiental.

##### **2.4.1.4.1 Características Físicas**

###### **A) Temperatura**

Es un parámetro muy importante, pues valores muy bajos (inferiores a 12° C) o altos (superiores a 20° C) producirá interferencia en el proceso de tratamiento. El aumento de la temperatura del agua residual respecto a la temperatura ambiente viene como consecuencia del uso de los calentadores domésticos, que le confieren al agua varios grados más y también principalmente a que el calor específico del agua es significativamente mayor que el del aire, con excepción en las épocas en donde hay mucho calor, dependiendo de la geografía del sitio, la temperatura de las aguas residuales varía entre 10°C a 20°C, por lo que 15° que es el valor intermedio sería un valor representativo.

La importancia de la temperatura en las aguas residuales se debe a la influencia que tiene sobre la vida acuática que se podría desarrollar en determinadas zonas, reacciones químicas y velocidades de reacción.

La variación significativa en la temperatura del agua puede desencadenar la desaparición de la vida acuática así como aguas con temperaturas muy elevadas pueden dar como consecuencia aparición de hongos y plantas acuáticas. Hay que señalar que entre 25°C y 30°C son temperaturas en las cuales el desarrollo de la actividad bacteriana estaría en su mejor momento.

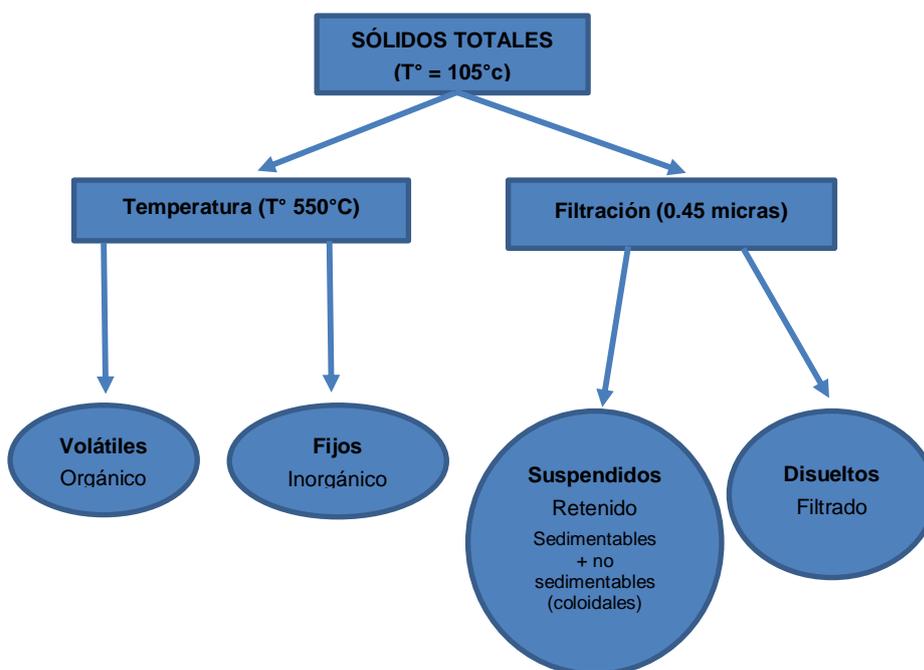
###### **B) Color**

El color varía en función del tiempo que transcurre desde que se genera hasta que llega al lugar de tratamiento o vertido (sin tratamiento) al medio receptor. Varía entre el tono beige claro (recién producida), a grisácea en función de las condiciones de septicidad que se dan en ellas (reducción o desaparición del oxígeno en el agua residual) y esta agua va adquiriendo un

color más oscuro hasta finalmente llegar a negra. Este color gris o negro por lo general se debe a la formación de sulfuros metálicos.

### C) Sólidos totales

Denominaremos Sólidos Totales a la suma de los Sólidos en suspensión y los Sólidos Disueltos presentes en las muestras analizadas del agua residual objeto de estudio. Se expresa en mg/l. los sólidos totales es la materia que se obtiene luego de que el agua ha sido sometida a evaporación (103°C – 105°C), descartando a la materia perdida durante este proceso. Esto se detalla en la siguiente figura 7.



**Figura 7. Composición de los Sólidos Totales a T° 105°C**

Fuente: Elaboración Propia

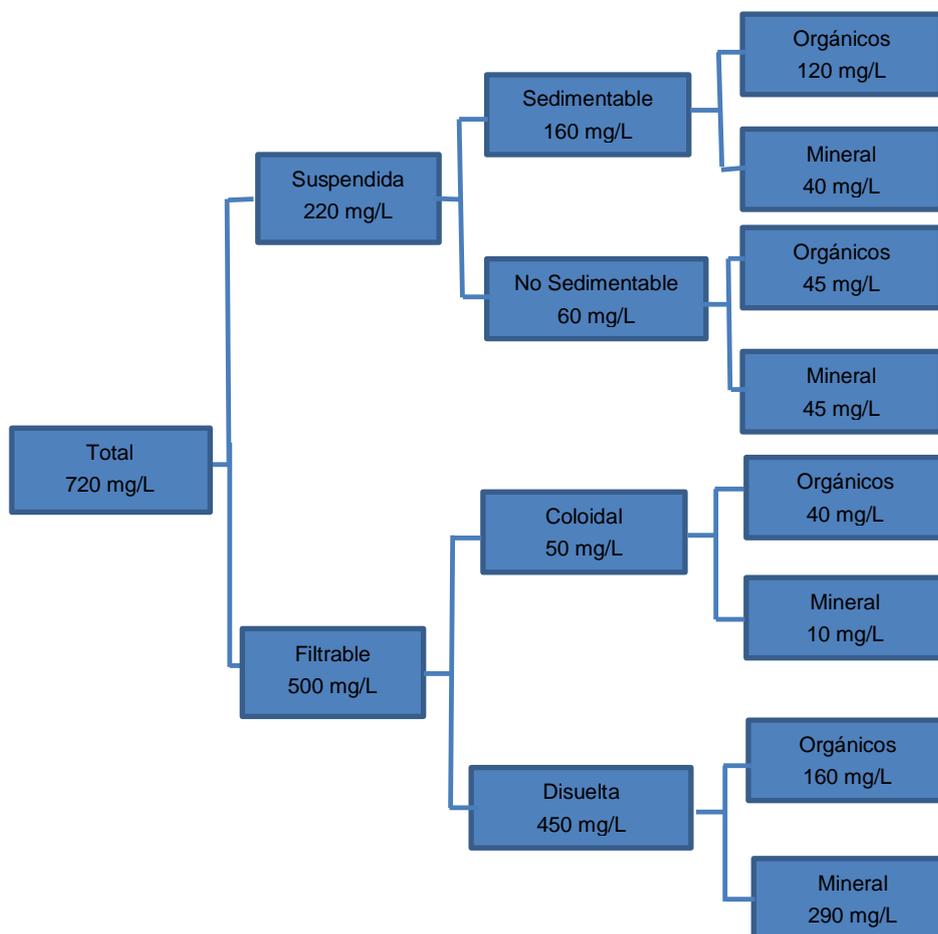
Los sólidos se nos presentan de varias formas en el agua:

- Como materia sólida flotando: fragmentos de papel, cartón, plástico, madera, heces, etc., que serán retiradas de las aguas y no se cuantificarán.

- Sólidos en suspensión: son partículas que tienen un tamaño superior a 0,45 micras, que no pasarán por un filtro de 0,45 micras de poro. Por ejemplo: arena, limo, arcilla, diferentes microorganismos, etc.
- Sólidos disueltos: aquellos que pasarán a través del filtro.

En los sólidos en suspensión, se distingue según que sedimenten o no las partículas, pasado un tiempo determinado, entre:

- sólidos en suspensión sedimentables: aquellas que por su peso sedimentarán en un tiempo determinado y se separarán del agua.
- sólidos en suspensión no sedimentables: aquellos que no sedimentarán, bien por su peso (próximo al del agua), o bien por estar en forma coloidal. Los sólidos coloidales son partículas extremadamente pequeñas que no sedimentan por métodos convencionales. Para sedimentarse tienen que ser agrupados en partículas mayores (coagulación). En ocasiones, también se eliminan por filtración o por oxidación biológica. La fracción coloidal está compuesta por las partículas de materia de tamaños entre 0,001 y 1 micrómetro. Equivalen a un 6% de la composición total de las aguas residuales.



**Figura 8. Concentraciones aproximadas para un agua residual de concentración media**

Fuente: Metcalf & Eddy, Ingeniería de Aguas Residuales, Tratamiento, vertido y reutilización, 1995

### D) Olor

El agua residual “normal” no presenta olores, se producirán si la distancia entre el lugar de generación y el de tratamiento o vertido (sin tratamiento) es elevada, provocándose la disminución de oxígeno en el agua que da lugar a olores más o menos intensos. El olor es debido a los gases producidos en la descomposición de la materia orgánica, sobre todo, a la presencia de sulfuro de hidrógeno (H<sub>2</sub>S) el cual se genera al convertirse los sulfatos en sulfitos por acción de microorganismos anaeróbios y también se encuentran otras sustancias volátiles.

### **E) Turbidez**

La turbidez, medida de la propiedad de transmisión de la luz del agua, es otro ensayo utilizado para indicar la calidad de los vertidos de aguas residuales con respecto a la materia suspendida. La determinación de la turbidez tiene un gran interés como parámetro de control en aguas contaminadas y residuales. Se puede evaluar en el campo o en el laboratorio.

### **F) Densidad**

La densidad es un parámetro definido por la relación entre la masa y el volumen, se puede expresar en diversas unidades, teniendo como las más usuales  $\text{kg/m}^3$  y  $\text{g/cm}^3$ . De acuerdo a la densidad del agua residual se puede determinar la potencial formación de corrientes de densidad en fangos de sedimentación y demás instalaciones de tratamiento.

#### **2.4.1.4.2 Características Químicas**

Distinguiremos entre los compuestos orgánicos, inorgánicos y los gases presentes en el agua residual.

#### **A) Materia Orgánica**

De acuerdo a los sólidos presentes en una agua residual de concentración media se puede decir que aproximadamente el 75% de los sólidos suspendidos y el 40% de los sólidos filtrables son orgánicos, los cuales provienen en gran parte de plantas y animales, estos compuestos orgánicos están formados por la combinación de carbono, oxígeno e hidrógeno y en algunas ocasiones de nitrógeno. Así mismo, se puede detectar la presencia de otros elementos como el fósforo, azufre y el hierro, las sustancias orgánicas que se encuentran en mayor proporción son las proteínas con un porcentaje entre el 40 al 60%, los hidratos de carbono que se encuentran en un 25 al 50% y las grasas con un 10% aproximadamente, la úrea es un constituyente principal en las aguas residuales debido a que es un elemento que se encuentra en gran proporción en la orina.

- **Hidratos de Carbono:** están presentes en los azúcares, almidones, celulosa y fibra de madera, los mismos que forman parte de la composición de las aguas residuales, estos hidratos de carbono están formados por oxígeno, carbono e hidrógeno, los hidratos de carbono son algunos solubles en agua como es el caso de los azúcares al contrario de lo que sucede con los almidones. Los azúcares tienden a descomponerse dando como resultado un efecto de fermentación produciendo alcohol y CO<sub>2</sub>, los almidones en cambio son más estables pero terminan convirtiéndose en azúcares debido a la acción de las bacterias presentes y los ácidos minerales disueltos. La celulosa es el hidrato de carbono más importante en la composición de un agua residual, ya que su destrucción es un proceso que se desarrolla fácilmente en el terreno por la acción de hongos en condiciones donde el pH es bajo.
- **Las Proteínas:** son los componentes primarios dentro del organismo animal, siendo secundaria en los organismos vegetales, la composición química de las proteínas es compleja ya que se puede descomponer de diversas formas, unas son solubles en el agua y otras son insolubles, los procesos químicos utilizados para la formación de proteínas son en combinación o cadena de aminoácidos.
- **El carbono:** es un elemento fundamental en las proteínas, común en todas las sustancias orgánicas, hidrógeno y oxígeno así como también una gran cantidad de nitrógeno, pueden tener también elementos como el azufre, hierro y fósforo, junto con la urea, las proteínas son las responsables de la presencia de nitrógeno en las aguas residuales, así se concluye que grandes cantidades de proteínas son las generadoras de olores fuertes y desagradables en las aguas residuales.
- **Las Grasas:** que contemplan grasas animales y aceites es otro de los componentes de gran importancia en los alimentos y por ende lo será en las aguas residuales. El contenido de grasa es determinado por extracción de la muestra con triclorotrifluoretano, ya que la grasa es soluble en el mismo.

Los aceites y las grasas animales son compuestos de alcohol o glicerol y ácidos grasos. Las grasas en general alcanzan las aguas residuales en forma de mantequilla, manteca de cerdo, aceite vegetal, etc.

Las grasas son compuestos orgánicos de gran estabilidad, así que su descomposición por acción de bacterias no es nada fácil, sin embargo son atacadas por ácidos minerales, lo que hace que se forme glicerina y ácidos grasos. Cuando están presentes sustancias con pH elevado como es el caso del Hidróxido de Sodio (NaOH), la glicerina es liberada y se forman sales alcalinas junto con ácidos grasos.

Adicional a los tres grupos de sustancias orgánicas ya citadas, el agua residual contiene pequeñas cantidades de un gran número de moléculas orgánicas sintéticas de estructura variables como son: agentes tensos activos, pesticidas, compuestos orgánicos volátiles, etc.

## B) Materia Inorgánica

Tanto las aguas residuales como naturales constan de componentes inorgánicos, los cuales determinan la calidad de las mismas. Existen algunos parámetros importantes que se describe a continuación.

- **Potencial de Hidrógeno (pH):** Este parámetro es de gran importancia que determina la calidad ya sea de aguas residuales como de aguas naturales, cuando un agua residual tiene una concentración inadecuada del ion hidrógeno presentará problemas con procesos biológicos y modificar la concentración de este ion hidrógeno en el sitio de descarga. La escala indicadora del pH varía de 0 a 14 en donde los valores menores a 7 representan sustancias ácidas, las sustancias que tienen un pH igual a 7 se las conoce como neutras y las que tienen un valor mayor a 7 son conocidas como alcalinas o básicas. Los valores recomendables del pH para no interferir en los procesos biológicos de depuración son entre 6,5 y 8,5. El pH de los sistemas acuosos puede ser medidos con un pH-metro.

- **Cloruros:** Las aguas residuales ya sean de proveniencia doméstica o industrial poseen cloruros, de la misma forma las aguas naturales tienen cloruros provenientes de la disolución de suelos y rocas.  
Una principal fuente de cloruros son las heces humanas, el problema radica en que los métodos convencionales en el tratamiento de las aguas residuales no han tenido en cuenta la eliminación significativa de estos cloruros.
- **Alcalinidad:** La alcalinidad de un agua residual está provocada por la presencia de hidróxidos, carbonatos y bicarbonatos de elementos como el calcio, el magnesio, el sodio, el potasio o el amoníaco. Normalmente el agua residual adquiere la propiedad de alcalina al añadirle al agua materiales de uso doméstico.
- **Nitrógeno:** El nitrógeno es un elemento esencial que sirve para el crecimiento de protistas y plantas, por lo que se le denomina también como nutriente, es así que cuando el contenido del mismo no es suficiente debe añadirse para que el agua residual sea tratable. El contenido total en nitrógeno está compuesto por nitrógeno orgánico, amoníaco, nitrito y nitrato.
- **Fósforo:** Este elemento es fundamental para el crecimiento de algas y otros organismos biológicos, por motivo de que en aguas superficiales existen grandes proliferaciones de algas es necesario encontrar una manera de limitar la cantidad de fósforo que alcanzan estas aguas, por medio de vertidos de aguas, así como de la escorrentía natural. El fósforo puede presentarse en soluciones acuosas como ortofosfato, polifosfato y fosfatos orgánicos.
- **Azufre:** El azufre está presente tanto en el agua potable como en las aguas residuales, es necesario contar con él, para la síntesis de proteínas, el mismo que será liberado en la degradación de estas. Los sulfatos se reducen a sulfuros y a sulfuros de hidrógenos bajo la acción de bacterias en ausencia de oxígeno.

### C) Gases

Las aguas residuales contienen diversos gases con diferente concentración.

- **Oxígeno disuelto:** Es el más importante, y es un gas que va siendo consumido por la actividad química y biológica. La presencia de oxígeno disuelto en el agua residual evita la formación de olores desagradables. La cantidad de oxígeno disuelto depende de muchos factores, como temperatura, altitud, movimientos del curso receptor, actividad biológica, actividad química, etc. El mantenimiento de unos valores del oxígeno disuelto en el tratamiento del agua residual tiene una importancia vital. Dependiendo del tipo de tratamiento secundario instalado, para la depuración, se requerirán unos valores mínimos por encima de 1,5 mg de O<sub>2</sub>/l como por ejemplo en los fangos activados sin nitrificación y por encima de 2,5 mg/l de O<sub>2</sub>/l si se realiza la nitrificación. Si el consumo de oxígeno, por los microorganismos presentes en un agua residual, es superior al que tiene disuelto el agua, su concentración irá disminuyendo hasta agotarse pasado un tiempo.
- **Sulfuro de hidrógeno (H<sub>2</sub>S):** Este gas posee las propiedades de ser incoloro, inflamable, con un olor bastante desagradable, el oscurecimiento del agua residual se debe por lo general a la formación de Sulfuro de Hidrógeno el cual se combina con el hierro presente para formar Sulfuro Ferroso y otros sulfuros metálicos. Se produce por la descomposición bacteriana de algunos compuestos orgánicos o la reducción bacteriana de los sulfatos.
- **Metano (CH<sub>4</sub>):** Este gas resulta de la descomposición anaerobia de la materia orgánica presente en el agua residual, es un hidrocarburo combustible de gran valor energético, inodoro e incoloro. Por lo general no está presente en gran proporción en el agua residual, ya que pequeñas cantidades de oxígeno pueden resultar tóxicas y afectar a los organismos responsables de producir metano.

El metano ( $\text{CH}_4$ ) es altamente combustible y por ende tiene el riesgo de que haya una explosión, es por eso que la cámaras de inspección y empalmes de alcantarillas en donde exista la posibilidad de acumulación de gas deberán ser aireados. En las plantas de tratamiento el metano se crea en los procesos anaeróbicos que se utilizan para la estabilización de los fangos de aguas residuales.

Otros gases: se producen además gases malolientes, como ácidos grasos volátiles y otros derivados del nitrógeno.

#### 2.4.1.4.3 Características Biológicas

Estas características están definidas por la clase de microorganismos presentes en el agua, entre los cuales tenemos:

**A) Microorganismos Biológicos:** Los principales grupos de microorganismos presentes en aguas, ya sean residuales o superficiales se clasifican en organismos eucariotas, eubacterias y arqueobacterias, la mayor parte de los organismos pertenecen a las eubacterias. Los microorganismos con efectos negativos en la salud se consideran a los siguientes:

1. **Bacterias:** Juegan un papel fundamental en la descomposición y estabilización de la materia orgánica. En el tratamiento biológico de las aguas residuales, las bacterias heterótrofas constituyen el grupo más importante, por su necesidad de compuestos orgánicos para el carbono celular.

Tabla 2: Agentes Infecciosos Potenciales en el Agua Doméstica Residual Bruta.

ORGANISMO	ENFERMEDAD	COMENTARIO
<b>Bacteria</b>		
Escherichia coli (enteropatógena)	Gastroenteritis	Diarrea
Legionella pneumophila	Legionelosis	Enfermedades respiratorias agudas
Leptospira (150 esp.)	Leptospirosis	Leptospirosis, fiebre (enfermedad de weil)
Salmonella typhi	Fiebre tifoidea	Fiebre alta, diarrea, úlceras en el intestino delgado.
Salmonella (1700 esp.)	Salmonelosis	Envenenamiento de alimentos
Shigella (4esp.)	Shigelosis	Disentería bacilar
Vibrio cholerae	Cólera	Diarreas fuertes, deshidratación
Yersinia enterolítica	Yersinosis	Diarrea
<b>Virus</b>		
Adenovirus (31 tipos)	Enfermedades respiratorias gastroenteritis, anomalías cardíacas,	
Enterovirus (67 tipos)	Meningitis	
Hepatitis a	Hepatitis infecciosas	Leptospirosis, fiebre
Agente Norwalk	Gastroenteritis	Vómitos
Reovirus	Gastroenteritis	
Rotavirus	Gastroenteritis	
<b>Protozoos</b>		
Balantidium coli	Balantidiasis	Diarrea, disentería
Cryptosporidium	Criptosporidiosis	Diarrea
Entamoeba histolytica	Amebiasis	Diarreas prolongadas con sangre
Giardia lamblia	Giardiasis	Diarreas, náuseas, indigestión
<b>Helmintos</b>		
Ascaris lumbricoides	Ascariasis	Infestación de gusanos
Enterobius vericularis	Enterobiasis	Gusanos
Fasciola hepática	Fascioliasis	Gusanos
Hymenolepis nana	Hymenlepiasis	Tenia enana
Taenia saginata	Teniasis	Tenia (buey)
T. solium	Teniasis	Tenia (cerdo)
Trichuris trichiura	trichuriasis	gusanos

Fuente: Metcalf & Eddy, Ingeniería de Aguas Residuales, Tratamiento, Vertido y Reutilización, 1995

Las bacterias anaerobias son las que consumen oxígeno procedente de los sólidos orgánicos e inorgánicos y la presencia de oxígeno disuelto no les permite subsistir. Los procesos que provocan son anaerobios, caracterizados por la presencia de malos olores.

Un gran número de especies de bacterias viven en los intestinos de las personas sanas y se excretan con las heces. Los tipos de bacterias más habitualmente utilizadas como indicadores son: Escherichia coli y Legionella ssp.

Pueden clasificarse, en base a su metabolismo, en heterótrofas y autótrofas.

- **Bacterias autótrofas** son aquellos que utilizan el  $\text{CO}_2$  o bióxido de carbono como fuente de carbono. Para efectuar la fijación del  $\text{CO}_2$  en la estructura celular se requiere energía. Si la energía requerida la proporciona el sol, o la luz sintética, se dice que el organismo es fotosintético. Si la fijación del bióxido de carbono se efectúa empleando la energía desprendida en una reacción química, el organismo se dice que es autótrofo quimiosintético. Por ejemplo la bacteria *tiobacillus* oxida el ión tiosulfato a sulfato y en esta reacción de oxidación toma la energía desprendida en la reacción para su provecho. La bacteria *tiobacillus ferroxidans* hace lo mismo en la oxidación del hierro ferroso [(Fe (II)] a hierro [férrico Fe (III)].

Los organismos autótrofos más comunes son los que obtienen energía por medio de procesos quimiosintéticos, y son muy pocos los que pueden llevar a cabo la fotosíntesis. Los autótrofos son los productores de la cadena alimenticia ya que proporcionan las proteínas, carbohidratos y demás nutrientes que requieren los heterótrofos para vivir.

- **Bacterias heterótrofas** son aquellos que tienen como fuente de carbono moléculas de estructuras orgánicas más complejas como son las moléculas, los azúcares, proteínas y carbohidratos. Los organismos heterótrofos no son capaces de obtener su fuente de carbono del bióxido de carbono y requiere de los autótrofos para alimentarse. Todos los animales, así como algunos tipos de hongos y bacterias son heterótrofos y son catalogados como consumidores en la cadena alimenticia.

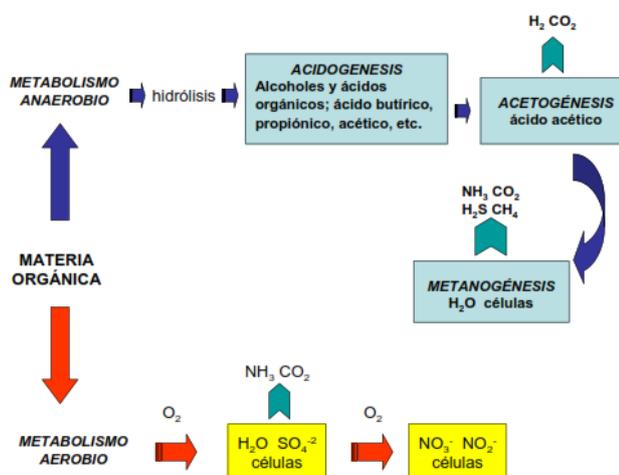
## **Digestión Aerobia y Anaerobia**

- **Digestión Aerobia:** La digestión aerobia se efectúa cuando microorganismos aerobios o sea los que requieren oxígeno, descomponen la materia orgánica para la obtención de energía en su provecho.

Las rutas o pasos que son parte de este tipo de metabolismo, implican la oxidación de las proteínas, las grasas y los carbohidratos en una secuencia sumamente compleja, que producen como sustancias terminales: agua, bióxido de carbono, sulfatos y amoníaco. Si persisten las condiciones oxidantes, el amoníaco producido por los compuestos nitrogenados y que no escapa a la atmósfera en forma de gas, se oxida a nitritos y posteriormente a nitratos.

Esta ruta o forma de estabilización de la materia orgánica, no implica la formación de compuestos agresivos y desagradables al medio ambiente, o al menos no duran mucho tiempo y la degradación a óxidos y gases inocuos ocurre en un corto tiempo.

- **Digestión Anaerobia:** La oxidación anaerobia requiere de microorganismos anaerobios que son los que subsisten en ausencia de oxígeno, y su metabolismo es muy diferente al de los microorganismos aerobios. La descomposición de la materia orgánica en forma anaerobia se compone de tres pasos esenciales y que son los siguientes:



**Figura 9. Ruta aerobia y anaerobia en la degradación y conversión microbiana de materia orgánica.**

Fuente: Obtenido de <http://www.oocities.org/edrochac/residuales/microbiologia1.pdf>

**HIDRÓLISIS:** Cierta tipo de bacterias que son llamadas bacterias hidrolíticas, son las primeras en procesar y preparar el material para el siguiente paso de descomposición. Estos microorganismos, segregan ciertas enzimas que hidrolizan los polímeros orgánicos como celulosa, carbohidratos, lípidos, grasas y las proteínas. Los carbohidratos, son convertidos a azúcares, las proteínas a aminoácidos y los lípidos son hidrolizados y convertidos a ácidos grasos de cadena más corta.

**ÁCIDOGÉNESIS O FERMENTACIÓN:** Cuando se completa la hidrólisis, si las condiciones son las adecuadas ocurre la acidogénesis, la cual consiste en una degradación por microorganismos de este tipo, de los azúcares de cadena corta, los aminoácidos y los ácidos grasos formados. En este paso del metabolismo anaerobio, los ácidos grasos se convierten a ácidos grasos volátiles de cadena corta como el ácido acético, butírico y propiónico principalmente. En este paso casi toda la materia orgánica forma gases que son en promedio 80%  $CO_2$ , 20%  $H_2$ , y también algo de amoníaco  $NH_3$ .

**ACETOGÉNESIS:** La secuencia en este proceso anaerobio implica la conversión a hidrógeno, bióxido de carbono y ácido acético de los ácidos y alcoholes carboxílicos formados en el paso anterior de la acidogénesis.

**METANOGENÉNESIS:** Por último, en la secuencia del metabolismo anaerobio microbiano, los microorganismos metanogénicos catabolizan el ácido acético que se forma de los ácidos grasos, azúcares y aminoácidos y lo transforman a metano  $CH_4$ .

El resultado neto de la digestión anaerobia es la conversión de la materia carbonácea a bióxido de carbono y metano principalmente. Tanto la digestión aerobia como la anaerobia producen nuevas células, pero el metabolismo anaerobio es mucho más eficiente en la conversión del sustrato a gases, en este caso de la digestión anaerobia, a gases como  $CO_2$  y  $CH_4$ .

El metabolismo aerobio requiere de menos tiempo en digerir el material orgánico biodegradable, pero es mucho menos eficiente en el aprovechamiento de la energía disponible en el sustrato y produce una mayor cantidad de células o biomasa a partir de la DBO presente en el agua residual.

**2 Virus:** Su presencia en las aguas residuales es debida a la excreción por parte de individuos infectados, ya sean humanos o animales. Por tanto, pueden representar un importante peligro para la salud pública. Se sabe con certeza que algunos virus pueden sobrevivir hasta 41 días, tanto en aguas limpias como residuales a la temperatura de  $20^\circ C$  y hasta 6 días en un río normal.

Los efectos de cada uno de ellos sobre el hombre y animales se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 3: Enfermedades Víricas para el Hombre

VIRUS	ENFERMEDAD	RECEPTOR
Adenovirus	Varias	Hombre
Poliovirus Enterovirus	Poliomilitis, parálisis y otras	Hombre
Coxsackievirus	Varias	Hombre
Hepatitis A	hepatitis infecciosa	Hombre
Reovirus	Varias	Hombre
Rotavirus	Diarrea	Hombre/animales
Agentes Norwalk	Gastroenteritis agudas e infecciones no bacterianas	Hombre

Fuente: *Elaboración Propia*

- 3 Algas:** Las algas son protistas unicelulares o multicelulares, autotróficos y fotosintéticos. La presencia de algas en las aguas es indeseable ya que producen malos olores y sabores en el agua de consumo. Interfieren en Los procesos de filtración, y al darle coloración al agua disminuyen sus características estéticas. En lagunas de oxidación, las algas son valiosas debido a que producen oxígeno a través del proceso de fotosíntesis. Por la noche, cuando no hay disponible luz para la fotosíntesis, emplean el oxígeno disponible para la respiración.
- 4 Hongos:** En ingeniería de tratamiento de aguas los hongos son considerados protistas multicelulares, heterotróficos, no fotosintéticos. Los hongos son estrictamente aeróbicos. Tienen la capacidad de crecer en condiciones de poca humedad y pueden tolerar un medio ambiente con bajos valores de pH, aunque su rango óptimo de pH es 5.6. Los requerimientos de nitrógeno son bajos y son de aproximadamente la mitad de los que requieren las bacterias comunes. Esta habilidad para sobrevivir a bajos valores de pH y con cantidades relativamente limitadas de nitrógeno, los hacen sumamente importantes en el tratamiento biológico de algunas aguas de origen industrial.

**5 Protozoos:** Los protozoos son organismos unicelulares que presentan todas las estructuras necesarias para realizar sus funciones vitales. Son de dimensiones microscópicas variables entre las 10 micras y varios milímetros. Los protozoos son considerados como bioindicadores del estado de funcionamiento de las depuradoras de aguas residuales, destacando en la detección y prevención de variaciones en la continuidad de los procesos.

**B) Organismos Patógenos:** Estos organismos están presentes en las aguas residuales y pueden proceder de desechos humanos infectados o que tengan cierta enfermedad. Las enfermedades típicas que causan estos organismos patógenos están la tifoidea, diarrea y el cólera. Los organismos patógenos están presentes en las aguas residuales en cantidades pequeñas y resultan difíciles de identificar, razón por la cual se emplea el organismo coliforme como indicador ya que su presencia es mayor y de fácil comprobación.

- **Coliformes fecales:** Los seres humanos evacúan entre 100 000 y 400 000 millones de organismos coliformes diariamente y es por eso que la presencia de coliformes fecales puede dar como resultado la presencia de patógenos.
- **Helminetos:** Tanto en estado de larva como sus huevos son excretadas, los indicadores son: Taenia saginata, Taenia solium y nematodos intestinales. Algunos de ellos tienen un ciclo biológico y una forma de transmisión sencilla, mientras que otros presentan un complicado ciclo biológico que puede incluir a varios huéspedes.

#### **2.4.1.5 Parámetros de medición del contenido de materia orgánica**

De las sustancias que están presentes en las aguas residuales, los compuestos orgánicos son los de mayor importancia. Para medir de forma general el

contenido de materia orgánica presente en un agua residual se utilizan los siguientes parámetros habitualmente:

- a) **Demanda Bioquímica de Oxígeno a 5 Días (DBO5):** Nos indica la materia orgánica biodegradable presente en una muestra de agua residual (vía biológica). Es el parámetro más empleado en lo que a contaminación se refiere, tanto para aguas superficiales como residuales es la DBO5 que es la demanda bioquímica de oxígeno a los 5 días, su determinación se relaciona con la medición de oxígeno disuelto que consumen los microorganismos en el proceso de oxidación bioquímica de la materia orgánica. Los resultados que se obtienen a partir de los ensayos de la DBO son empleados para determinar la cantidad aproximada de oxígeno que se requerirá para estabilizar la materia orgánica presente, diseñar las plantas de tratamiento, medir eficacia de procesos y controlar el cumplimiento de las limitaciones a las que están sujetos los vertidos.
  
- b) **Demanda Química de Oxígeno (DQO):** Este ensayo se lo utiliza para efectuar la medición de materia orgánica de aguas superficiales como de las residuales, en este ensayo se usa un agente químico oxidante en medio ácido que sirve para determinar el equivalente de oxígeno de la materia orgánica que pueda oxidarse. Cuando se requiere medir la materia orgánica presente en las aguas residuales es necesario el ensayo de DQO tanto para aguas industriales como domésticas que contengan compuestos tóxicos, por lo general la DQO de una agua residual es mayor que su DBO, esto se debe al mayor número de compuestos cuya oxidación tiene lugar por vía química frente a los que se oxidan por vía biológica.
  
- c) **Carbono Orgánico Total (COT):** Es un método que sirve para determinar la materia orgánica que se encuentra presente en el agua, se lo usa para concentraciones pequeñas de materia orgánica. Se basa en la medición de CO<sub>2</sub> liberado al oxidar la materia orgánica con un oxidante muy fuerte, comparándolo con un valor estándar conocido. El ensayo usado para determinar el COT se lo realiza inyectando una cantidad conocida de la

muestra en un horno a temperatura elevada o en un medio de oxidación, por medio de un catalizador el carbono orgánico se oxida a anhídrido carbónico.

#### 2.4.1.6 Biodegradabilidad

Es la relación entre la DBO5 y la DQO se le denomina Biodegradabilidad de las aguas residuales. Nos da una idea de la posible naturaleza de los compuestos presentes, es decir, de que las sustancias que van en el agua residual sean más o menos asimiladas por los microorganismos y en consecuencia con un posible origen más de tipo doméstico que de tipo industrial:

DBO5 / DQO > 0,4	⇒	MATERIA ORGÁNICA MUY BIODEGRADABLE
DBO5 / DQO = 0,2 – 0,4	⇒	MATERIA ORG. MODERADAMENTE BIODEGRADABLE
DBO5 / DQO < 0,2	⇒	MATERIA ORGÁNICA POCO BIODEGRADABLE

Figura 10. Relaciones de DBO5 y DQO para Biodegradabilidad.

Fuente: Aurelio Hernández Muñoz y otros. Manual de Depuración de Uralita, 2014

#### 2.4.1.7 Tratamiento de las Aguas Residuales Domésticas

Los métodos de tratamiento de las aguas residuales surgieron ante la necesidad de velar por la salud pública y evitar efectos nocivos provocados por la descarga de esta agua al medio ambiente. Uno de los aspectos a considerar a la hora de realizar un vertido es que no se supere el poder de autodepuración del medio receptor para evitar efectos indeseables que dan lugar a una peor calidad.

Un sistema de tratamiento es una instalación donde el agua sucia, o residual, es sometida a un proceso mediante el cual por una combinación de diversos tratamientos físicos, químicos y/o biológicos se consigue eliminar la materia en suspensión, así como las sustancias coloidales y finalmente las sustancias disueltas que contiene. El tipo de tratamiento depende de las características del residuo líquido. Las aguas de desecho provenientes de usos industriales, requerirán tratamientos más exigentes que los necesarios para los de origen doméstico.

#### **2.4.1.7.1 Métodos de Tratamiento de Aguas Residuales**

Los métodos se clasifican por lo general en físicos, químicos y biológicos.

##### **A) Tratamiento físico**

Este método utiliza la aplicación de fuerzas físicas como por ejemplo: floculación, sedimentación, flotación, filtración, tamizado, mezcla y transferencia de gases.

##### **B) Tratamiento Biológico**

Este método la remoción de contaminantes se lleva a cabo gracias a la actividad biológica ya sea de forma aerobia o anaerobia. Se lleva a cabo por: filtros percoladores, procesos de lodos activados, biodiscos, lagunas de estabilización, digestores anaerobios, reactor anaerobio de flujo ascendente, filtro anaerobio, lagunas anaerobias, etc.

##### **C) Tratamiento Químico**

Este paso es usualmente combinado con procedimientos para remover sólidos como la filtración. La combinación de ambas técnicas es referida en los Estados Unidos como un tratamiento químico. En este método la remoción o transformación de contaminantes se produce por adición de insumos químicos o por reacciones químicas.

#### **2.4.1.8 Reutilización de Aguas Residuales**

Diferentes flujos residuales a nivel doméstico, formas para que pueden reusarse y retornarse al ambiente. Fuente: B. Vallejo (2013), adaptado de ALSEN & JENSEN (2004) La reutilización y la recarga de las aguas residuales se refiere al uso de diferentes tecnologías y métodos por medio de los cuales los diferentes componentes de las aguas residuales (orina, heces, biogás, compost, etc.) retornen de manera segura al ambiente. Esto puede realizarse mediante procesos productivos alternativos, en el caso de que no se planee reusarlo directamente, siendo una forma segura de disposición o recarga. La acción más efectiva, en caso de que sea posible, será reusar el agua, nutrientes y energía que está contenida en los diferentes flujos residuales.

La optimización de la reutilización de las aguas residuales depende de la manera en que estas han sido recolectadas y pre-tratadas, por consiguiente dependen en sí del sistema sanitario. Los productos de compostaje provenientes de los residuos orgánicos, la excreta o los lodos pueden usarse como acondicionamiento para el suelo, mientras que la orina puede emplearse como fertilizante líquido, de igual manera el biogás se puede usar para cocinar o para producir energía y finalmente el agua pre-tratada, que aún contiene nutrientes, puede ser utilizada en irrigación.

## **2.5 Unidades Básicas de Saneamiento (U.B.S.)**

Las Unidades Básicas de Saneamiento son construidas como respuesta a la demanda de las viviendas, las cuales tienen la oportunidad de optar entre varias alternativas para sus necesidades básicas de saneamiento. Las U.B.S. son construidas con paredes de ladrillo y tarrajeadas (como se muestra en la fotografía 1) o bloque de cemento, con dimensiones internas promedio de 1,80 metros de largo por 1,30 metros de ancho, midiendo entre 1,90 y 2,10 metros de altura. También tienen pisos de cemento pulido o enchapado en cerámica, techos con lámina de zinc (en otros casos de materiales como tejas de arcilla, asbesto-cemento y concreto armado), y puertas de madera. Internamente, las unidades disponen de un sanitario con arrastre hidráulico (de tipo convencional, con un tanque conectado al servicio de suministro de agua), tubería de drenaje de 110 milímetros con conexión a un pozo séptico para el manejo de las aguas servidas (con o sin revestimiento interior de ladrillos con juntas verticales abiertas), un lavamanos, área para ducha, puntos de suministro de agua (dentro de la unidad) y tuberías de drenaje de aguas servidas, así como instalaciones eléctricas para alumbrado interno. En algunos casos, las mejoras incluyeron la expansión de la U.B.S. para incluir un lavarropa exterior.



Fotografía 1. Modelo de una caseta de U.B.S. terminada.

Fuente: Elaboración propia

## 2.5.1 Elementos de las Unidades Básicas de Saneamiento con arrastre hidráulico

Según la “*Guía De Opciones Tecnológicas Para Sistemas De Abastecimiento De Agua Para Consumo Humano Y Saneamiento En El Ámbito Rural-2016*”–MVCS, El diseño de las unidades básicas de saneamiento con arrastre hidráulico entre otros tendrá los siguientes elementos:

### 2.5.1.1 Caseta o Cuarto de Baño

El área interior que ocupara la zona circundante al aparato sanitario será de 1,00 m<sup>2</sup> como mínimo, debiendo tener un ancho mínimo de 1,00 metro. Se podrán aceptar medidas distintas en el caso de casetas prefabricadas, de acuerdo con las especificaciones de los fabricantes.

El alto de la caseta deberá ser mayor de 1,90 metros. La puerta dispondrá de un ancho mayor de 0,70 metros y un máximo de 0,90 metros y una altura mínima de 1,70 metros.

Es el espacio que permite dar privacidad al usuario durante su uso y/o proteger al usuario contra la intemperie y tendrá en su interior los siguientes accesorios sanitarios:

- Inodoro.
- Ducha y lavatorio.
- Conducto de evacuación.
- Tubería de ventilación.

#### **2.5.1.2 Lavadero Multiusos**

El cual se ubicará en la parte exterior de la U.B.S.

#### **2.5.1.3 Caja de Registro**

La caja de registro será obligatoria para la recolección de las aguas grises que salen del lavatorio, ducha y lavadero de uso múltiple. También será obligatoria cuando exista tanque séptico mejorad, servirá para recolectar las aguas residuales, facilitando igualmente su mantenimiento y limpieza.

#### **2.5.1.4 Sistema de Tratamiento**

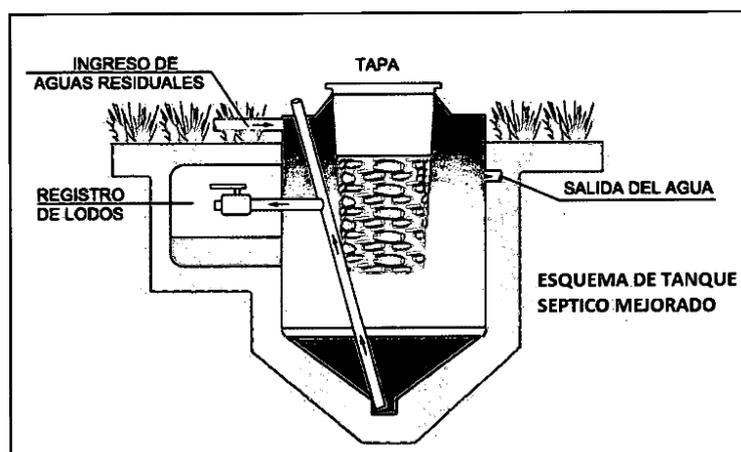
Se seleccionará entre los siguientes:

##### **2.5.1.4.1 Tanque séptico mejorado**

Son tanques sépticos que cuentan con mejoras en los dispositivos de entrada y salida, cuentan con las facilidades para la evacuación de los lodos digeridos. Serán sistemas prefabricados diseñados bajo la norma IS. 020 de Tanques Sépticos, aunque de forma no excluyente en aquellas zonas donde la fabricación in situ sea más fácil y económica que los primeros, constarán como mínimo de:

- Tuberías de entrada y salida de PVC.
- Material filtrante.
- Válvulas de PVC para extracción del lodo digerido.
- Tuberías para evacuación de lodos.
- Tapa de cierre hermético.

Dentro del tanque séptico mejorado, los desechos serán sometidos a un proceso de descomposición anaerobia natural. Tras la descomposición de la materia orgánica realizada por el tanque séptico mejorado se generará un lodo que deberá ser retirado periódicamente (como se muestra en la figura 11).



**Figura 11. Esquema de funcionamiento de un tipo de tanque séptico mejorado prefabricado**

Fuente: "Guía De Opciones Tecnológicas Para Sistemas De Abastecimiento De Agua Para Consumo Humano Y Saneamiento En El Ámbito Rural-2016" – MVCS

El dimensionamiento del tanque séptico mejorado al ser prefabricado, se realizará según la Norma IS. 020 de Tanques Sépticos, en donde el fabricante establecerá las dimensiones adecuadas en función de los parámetros de diseño (número de habitantes y dotación).

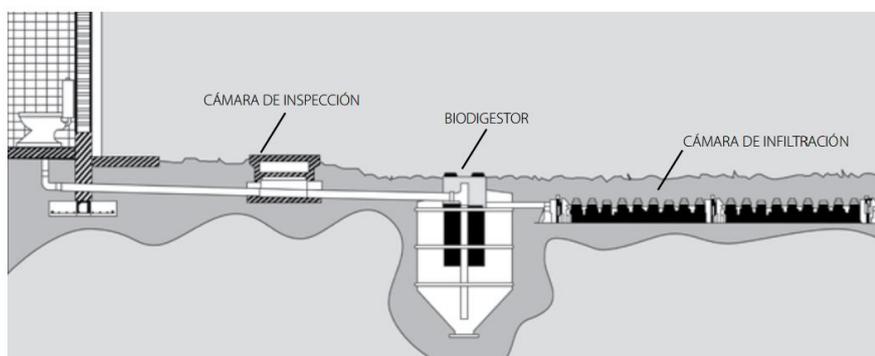
### **A. Biodigestor de polietileno**

De la búsqueda de fichas técnicas de biodigestores, se eligió la más detallada que se obtuvo de <http://www.proconsrl.com/pdfs/3.pdf>. Esta ficha indica que el sistema de tratamiento de efluentes cloacales, es

una solución integral para la depuración de aguas residuales domésticas, la depuración se realiza en tres etapas sucesivas.

- Primera Etapa: Biodigestor, retiene y digiere el material orgánico y los sólidos.
- Segunda Etapa: Campo de infiltración, distribuyen los líquidos en un área determinada del suelo.
- Tercera Etapa: El suelo, por debajo del campo de infiltración, que filtra y completa la depuración del agua.

En la figura 12 se aprecian los elementos del sistema de tratamiento de aguas residuales provenientes de un baño, y luego pasan a un biodigestor y la filtración de los efluentes al suelo por medio de zanjas.

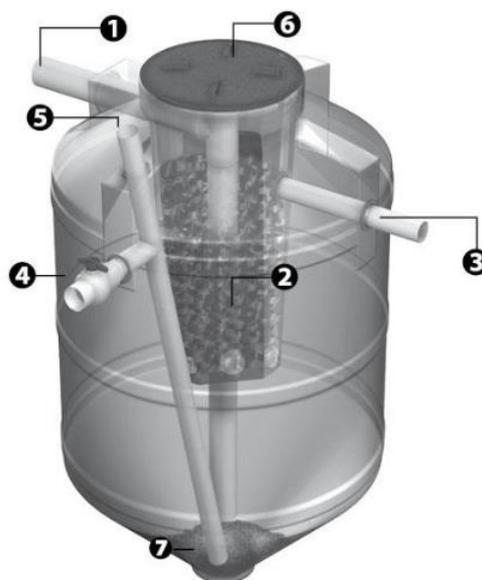


**Figura 12. Sistema de Tratamiento de Efluentes Cloacales**

Fuente: Obtenido de <http://www.proconsrl.com/pdfs/3.pdf>.

El Biodigestor es un tanque hermético que funciona siempre lleno y por rebalse, a medida que entra agua residual desde la casa, una cantidad similar sale por el otro extremo.

### a) Componentes



**Figura 13. Vista Interior y Exterior en 3d del Biodigestor.**

Fuente: obtenido de <http://www.proconsrl.com/pdfs/3.pdf>.

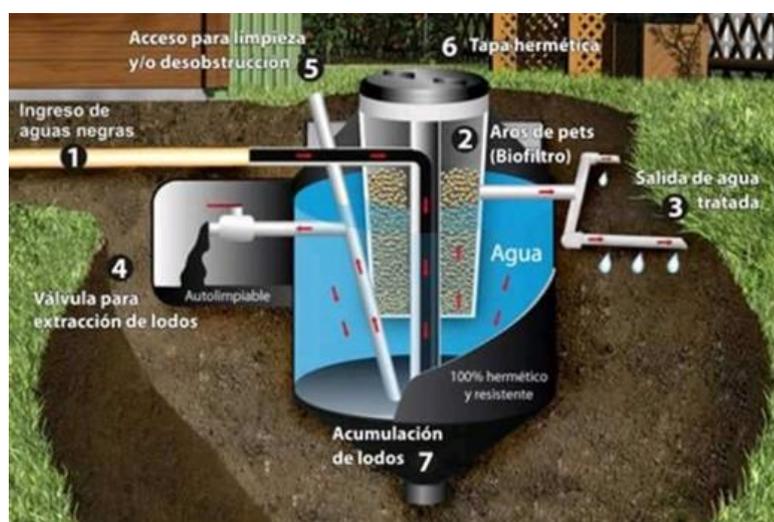
De la figura 13, se identifica los siguientes componentes del biodigestor, identificados por números en la imagen:

1. Tubería PVC de 4" para entrada de agua.
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 hermético.
7. Base cónica para acumulación de lodos.

### **b) Funcionamiento**

Su funcionamiento del biodigestor tiene la secuencia enumerada en la figura 14, y es como de detalla a continuación:

- El agua residual doméstica entra por el tubo N° 1 hasta el fondo del Biodigestor, donde las bacterias empiezan la descomposición.
- Luego sube y pasa por el filtro N° 2, donde la materia orgánica que asciende es atrapada por las bacterias fijadas en los aros de plástico del filtro (PETS).
- El agua tratada sale por el tubo N° 3 hacia el terreno aledaño mediante una zanja de infiltración, pozo de absorción o humedal artificial según el tipo de terreno y zona.



**Figura 14. Funcionamiento del biodigestor**

Fuente: obtenido de <http://www.proconsrl.com/pdfs/3.pdf>.

### c) Mantenimiento

Para esta descripción usaremos la figura 14 de la página 59, que detalla la secuencia como se describe a continuación:

- Abriendo la válvula N°4, el lodo alojado en el fondo sale por gravedad a una caja de registro. Primero salen de dos a tres litros de agua de color beige, luego salen los lodos estabilizados (color café). Se cierra la válvula cuando vuelve a salir agua de color beige. Dependiendo del uso, la extracción de lodos se realiza cada 12 a 24 meses.
- Si observa que el lodo sale con dificultad, introducir y remover con un palo de escoba en el tubo N°5 (teniendo cuidado de no dañar el Biodigestor).
- En la caja de extracción de lodos, la parte líquida del lodo será absorbida por el suelo, quedando retenida la materia orgánica que después de secar se convierte en polvo negro que puede ser utilizado como fertilizante. Adicionar cal en polvo al lodo extraído para eliminar microorganismos.

*Tabla 4. Purga de lodo y cantidad de cal para mantenimiento anual por capacidades de biodigestor*

	RP-600	RP-1300	RP-3000	RP-7000
Usuarios (zona rural)	5	10	25	60
Purga anual (L)	100	200	400	1200
Cal para ezclado (kg)	10	20	40	120

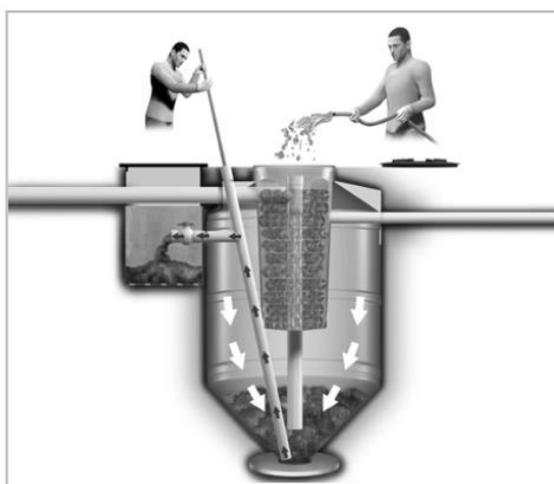
Fuente: obtenido de <http://www.proconsrl.com/pdfs/3.pdf>.

En climas muy húmedos o en caso de no contar con áreas verdes exteriores para reutilizar el lodo seco se recomienda excavar un hoyo, rellenar con el lodo (seco o húmedo) y tapar con tierra; otra opción es enviar estos desechos al relleno sanitario.

Se pueden reusar los lodos como abono de plantas o mejorador de suelo, tomando en cuenta los siguientes cinco puntos:

- ✓ Si desinfectó el lodo recién extraído del Biodigestor, utilizando suficiente cal según la tabla 4, pág. 60, y se revolvió adecuadamente.
- ✓ El lodo a reutilizar está seco.
- ✓ No se debe reutilizar el lodo para hortalizas.
- ✓ El lodo desinfectado aún tiene cierta cantidad de microorganismos; utilice protección personal y evite el contacto con los niños.
- ✓ La opción del reúso del lodo es responsabilidad del usuario ya que depende de la eficiencia del método de desinfección y la aplicación que el usuario determine.

Se recomienda limpiar los biofiltros anaeróbicos, echando agua con una manguera después de una obstrucción y cada 3 o 4 extracciones de lodos como se aprecia en la siguiente figura 15.



**Figura 15. Limpieza de Biofiltros del Biodigestor**

Fuente: obtenido de <http://www.proconsrl.com/pdfs/3.pdf>.

#### **d) Recomendaciones para el uso correcto del Biodigestor de Polietileno**

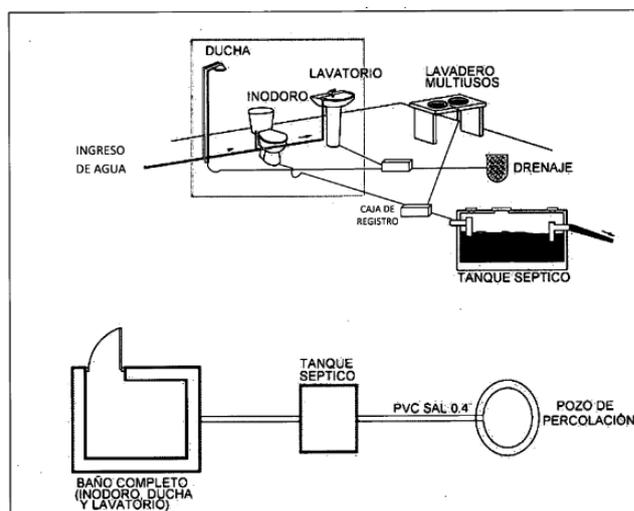
- No tire basura en la taza del baño (papel, toallas sanitarias ni otros sólidos), ya que se pueden obstruir los conductos. No descargar al Biodigestor sustancias químicas como: amoníaco, sosa, ácido, pintura, aceites y grasas de coche, ya que pueden reducir la efectividad del Biodigestor.
- Si necesita 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.**

#### **2.5.1.4.2 Tanque séptico**

Se construirán siempre que se seleccione este sistema de tratamiento, un tanque séptico teniendo al menos la capacidad para 2 años de funcionamiento. Las paredes serán, generalmente, de ladrillo o bloques de hormigón y deberá enlucirse en el interior con mortero para impermeabilizarlas.

El diseño y cálculo del volumen del tanque séptico mejorado se realizará de acuerdo a la Norma IS. 020 de Tanques Sépticos.

El efluente del tanque séptico será dirigido al sistema de descarga que se seleccione: pozo de absorción, zanja de percolación, etc. Esto se muestra en la figura 16 de la página 63.



**Figura 16. Esquema de las tipologías referentes a las U.B.S. con tanque séptico.**

Fuente: “Guía De Opciones Tecnológicas Para Sistemas De Abastecimiento De Agua Para Consumo Humano Y Saneamiento En El Ámbito Rural-2016” – MVCS.

### 2.5.1.5 Sistema de Descarga

Se seleccionará entre los siguientes, en función de la capacidad de infiltración del suelo:

- **Zanja de infiltración**

Los campos o zanjas de infiltración son una alternativa de tratamiento complementario al efluente producido por el tanque séptico y/o mejorado.

El cálculo de las dimensiones de las zanjas de infiltración, se podrá realizar teniendo en cuenta los resultados de un “test de percolación” establecido en la norma IS. 020 de Tanques Sépticos (ítem 7.1. de tratamientos complementarios del efluente) por lo que la determinación del área de absorción, coeficiente de infiltración, aspectos constructivos y demás serán desarrollados siguiendo las pautas de la mencionada norma.

- **Pozo de absorción**

Son una alternativa de infiltración cuando no se disponga de área suficiente para la instalación de zanjas de percolación o cuando el suelo sea impermeable dentro del primer metro de profundidad, existiendo estratos inferiores favorables a la infiltración.

El cálculo de las dimensiones del pozo de absorción, así como los aspectos constructivos se harán siguiendo las pautas de la norma IS. De Tanques Sépticos.

Tendrá una geometría cilíndrica con el objetivo de dotar al pozo del efecto arco que mejora la estabilidad del mismo y evita en lo posible su colapso.

## **2.6 Marco Institucional**

El marco institucional del sector agua y saneamiento rural comprende a los tres niveles de gobierno. A partir del proceso de descentralización iniciado en el 2002 se transfirieron una serie de atribuciones y competencias del Gobierno Nacional a los Gobiernos Regionales y Locales. Es así, que la rectoría y política nacional está a cargo del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) que aprueba, dirige, evalúa, regula, norma, supervisa y, en su caso, ejecuta las políticas nacionales en materia de saneamiento. Asimismo, en coordinación con los Gobiernos Regionales y Locales, el MVCS formula los planes y programas correspondientes.

### **2.6.1 Ministerio de Vivienda y Construcción y Saneamiento (MVCS)**

Es el Ente Rector en materia de Urbanismo, Vivienda, Construcción y Saneamiento y tiene las siguientes funciones:

- Formular, normar, dirigir, coordinar, ejecutar y supervisar la política nacional en dicho sector, así como evaluar permanentemente sus resultados, adoptando las correcciones y medidas correspondientes.

- Generar las condiciones para el acceso a los servicios de saneamiento en niveles adecuados de calidad y sostenibilidad.
- Asignar los recursos económicos a los gobiernos locales y las EPS Saneamiento para la construcción de obras de saneamiento y otorgar la certificación ambiental a dichos proyectos.
- Fiscalizar el cumplimiento de los compromisos ambientales contenidos en los instrumentos de gestión ambiental de los proyectos de saneamiento a nivel nacional y de los límites máximos permisibles (LMP) para los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales.

Asimismo, en coordinación con los Gobiernos Regionales y Locales, formula los planes y programas correspondientes.

Con relación al sector rural, el MVCS no solamente establece las políticas y normas nacionales, sino también interviene en la ejecución de obras y el fortalecimiento de capacidades en zonas y comunidades rurales. Esas intervenciones, en un primer momento se han realizado a través del Programa Nacional de Agua y Saneamiento Rural – PRONASAR, y a partir del 2012 con la creación mediante Decreto Supremo N° 002-2012-VIVIENDA se desarrollarán por el Programa Nacional de Saneamiento Rural.

### **2.6.2 Programa Nacional de Saneamiento Rural–PNSR**

El Programa Nacional de Saneamiento Rural (PNSR), tiene por objetivo mejorar la calidad, ampliar la cobertura y promover el uso sostenible de los servicios de agua y saneamiento en las poblaciones rurales del país, mediante la articulación de sus intervenciones a través de la coordinación y concertación con las entidades del Gobierno Nacional, así como con los Gobiernos Regionales, Gobiernos Locales y las Organizaciones Comunales. Para lograrlo, el Programa se enfoca en las siguientes líneas de acción:

- Construcción, rehabilitación y/o ampliación de infraestructura de agua y saneamiento.

- Implementación de soluciones tecnológicas no convencionales para el acceso a agua potable.
- Instalación de sistemas de disposición sanitaria de excretas.
- Fortalecimiento de capacidades en los gobiernos regionales y locales, las organizaciones comunales y la población, para la gestión, operación y mantenimiento de los servicios.
- Fortalecimiento de capacidades en los gobiernos regionales para la identificación,
- formulación y ejecución de planes, programas y proyectos de inversión en saneamiento rural.
- Fortalecimiento de la educación sanitaria en la población beneficiaria y no beneficiaria.

Mediante Resolución Ministerial 096-2012-VIVIENDA, se aprobó el Manual de Operaciones, el cual establece la estructura orgánica y funciones del PNSR. La máxima autoridad ejecutiva y administrativa del Programa es el Director Ejecutivo, quien depende funcional y orgánicamente del Viceministro de Construcción y Saneamiento. Es importante destacar los tres órganos que tendrán a su cargo las líneas de acción del programa lo que se muestra en la siguiente tabla 5:

*Tabla 5: Organos a Cargo de Acciones del PNSR*

Unidades	Función	Equipos de trabajo
<b>Unidad de Desarrollo de Infraestructura</b>	Responsable de formular, administrar y supervisar la ejecución de fichas básicas de diagnóstico, estudios de preinversión, expedientes técnicos y obras de infraestructura de agua y saneamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Preinversión y Estudios</li> <li>• Administración de Contratos</li> <li>• Operaciones</li> <li>• Equipos Zonales</li> </ul>
<b>Unidad de Comunicación y Asuntos Sociales</b>	Responsable del fortalecimiento de la educación sanitaria de la población rural en lo correspondiente al buen uso del agua y hábitos de higiene, del acompañamiento social a la comunidad, de la preparación del plan de comunicaciones respecto de los beneficios y ventajas de contar con sistemas de agua y saneamiento en las zonas rurales, de la ejecución de campañas educativo comunicaciones y de hacer viable las intervenciones del PNSR.	
<b>Unidad de Proyectos</b>	Responsable de coordinar, consolidar, monitorear la eficaz y eficiente operación técnica y gestión administrativa de los proyectos del PNSR.	

*Fuente: [www.agualimpia.org/](http://www.agualimpia.org/)*

### **2.6.3 Autoridad Nacional del Agua (ANA)**

Esta entidad se encarga de lo siguiente:

- Autoriza los vertimientos de aguas residuales tratadas con las opiniones previas técnicas favorables de la Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud y de la autoridad ambiental sectorial, las cuales son vinculantes.
- Verifica el cumplimiento de los ECA en los cuerpos de agua e impone sanciones, y puede suspender las autorizaciones otorgadas si verifica que el agua residual tratada, puede afectar la calidad del cuerpo receptor o sus bienes asociados.
- Autoriza el reúso de agua residual, bajo previa acreditación de que no se pondrá en peligro la salud humana y el normal desarrollo de la fauna y flora, o se afecte otros usos.

### **2.6.4 Gobierno Regional La Libertad**

En el ámbito SubNacional, corresponde a los Gobiernos Regionales ejecutar acciones de promoción, asistencia técnica, capacitación, investigación científica y tecnológica en materia de saneamiento; así como apoyar técnica y financieramente a los gobiernos locales en la prestación de dichos servicios. Los Gobiernos Regionales pueden asumir la ejecución de los programas en el sector agua y saneamiento rural a solicitud de los gobiernos locales, aun cuando no sea su rol principal.

Para llevar a cabo las competencias en Agua y Saneamiento Rural, el Reglamento de Organización y Funciones del Gobierno Regional, aprobado por Ordenanza Regional N° 0082011-GR-LL-CR establece en su estructura orgánica que la Gerencia Regional de Vivienda, Construcción y Saneamiento, es responsable de planificar, organizar, dirigir, controlar, fiscalizar y regular las acciones en dicho sector. Para el desarrollo de las funciones en materia de saneamiento la Gerencia cuenta con la Sub

Gerencia de Construcción y Saneamiento. Asimismo, el Gobierno Regional ha considerado conveniente dar un mayor impulso a las políticas de desarrollo e

inclusión social para lo cual cuenta con la Gerencia de Desarrollo e Inclusión Social, que viene coordinando y articulando con las demás Gerencias del Gobierno Regional las actividades e iniciativas para la reducción de la pobreza en La Libertad.

#### **2.6.4.1 Programa Regional de Agua y Saneamiento Rural La Libertad (PRAYSAR)**

Para el desarrollo de las funciones en materia de saneamiento la Gerencia cuenta con la Sub Gerencia de Construcción y Saneamiento. Asimismo, Este Programa de Agua y Saneamiento Rural de la Región, contiene varios elementos claves, tales como:

- a) el marco conceptual del PRAYSAR, su asociación con la visión y misión del Plan Regional de Saneamiento Básico y la definición de los objetivos específicos, que pretende alcanzar con su implementación,
- b) el componente de inversión en proyectos integrales de agua y saneamiento (infraestructura + intervención social/capacitación + estudios de ingeniería), considerando el ciclo completo de un proyecto: pre-inversión, inversión y post inversión, incluyendo la definición de los costos per cápita por cada tipo de sistema de abastecimiento de agua y saneamiento y un tipo de sistema estándar propuesto, según ubicación geográfica, que se podrá tomar como referencia para zonas dispersas y concentradas.

Para tal efecto, el Programa Rural de la Región La Libertad se sustenta en dos componentes complementarios:

- El Componente 1: de Inversiones en Agua y Saneamiento
- El Componente 2 : de Gobernabilidad

#### **2.6.4.2 Municipalidad Distrital**

A nivel municipal en este caso específico estará a cargo de la Municipalidad Distrital de Parcoy, su responsabilidad será de la provisión de servicios de agua y saneamiento, incluida la operación, mantenimiento y seguimiento de calidad y cantidad en las zonas rurales le corresponde a las Municipalidad Distrital; sin embargo, en caso estos no puedan ser atendidos, la prestación de dichos servicios podrá estar a cargo de la Municipalidad Provincial.

## CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA

### 3.1 Variables

De acuerdo al presente estudio que se realiza por su naturaleza se identifica la variable cualitativa del tipo Nominal, en tal sentido se define como variable a el sistema de saneamiento básico.

#### Variable Cualitativa del Tipo Nominal: Sistema de Saneamiento Básico

Los sistemas de saneamiento básico están compuestos por todos los dispositivos técnicos necesarios para tratar las aguas residuales (domésticas, de la agricultura y pluvial) a través de procesos de recogido y tratamiento para así hacer segura su reutilización.

### 3.2 Operacionalización de Variables

Tabla 6: Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Sistema de Saneamiento Básico.	Los sistemas de saneamiento básico están compuestos por todos los dispositivos técnicos necesarios para tratar las aguas residuales (domésticas, de la agricultura y pluvial) a través de procesos de recogido y tratamiento para así hacer segura su reutilización.	Número de unidades básicas de saneamiento	Cobertura de Unidades Básicas de Saneamiento (U.B.S.).
			Encuesta
			Levantamiento topográfico.
		Calidad del servicio de saneamiento	Cobertura de sistema de saneamiento
			Tratamiento aguas residuales
		Calidad de aguas residuales vertidas al medio ambiente	Límites máximos permisibles
Número de viviendas	Encuesta		
	Levantamiento topográfico		

Fuente: Elaboración Propia

### 3.3 Diseño de Investigación

(Hernández Sampieri, 2014) Explica que en los estudios descriptivos se busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, esto es, su objetivo no es indicar cómo se relacionan éstas.

De acuerdo a la definición planteada por Sampieri mi investigación propuesta cumple las características planteadas por el autor, por lo que se puede definir que esta investigación es Descriptiva Pura de un diseño Transversal y del tipo de investigación No Experimental.

### 3.4 Unidad de Estudio

La unidad de estudio es el Caserío de Huayabas que está ubicado en:

Región: La Libertad

Provincia: Pataz

Distrito: Parcoy

Altitud: 2 340 m.s.n.m.



Figura 17. Ubicación del Caserío Huayabas.

Fuente: Foto de Google Earth.

### **3.5 Población**

(Lepkowski, 2008) Conceptualiza a la población de estudio como el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones.

De acuerdo a los conceptos anteriores, para esta investigación se considera como población a lo estimado al año 2015 es de 21 784 habitantes en el Distrito de Parcoy, según el INEI.

### **3.6 Muestra**

(Luis Lopez, 2004) Es un subconjunto o parte del universo o población en que se llevará a cabo la investigación. La muestra es una parte representativa de la población.

De acuerdo a las definiciones anteriores, para esta investigación se tiene como muestra a los 205 pobladores del caserío Huayabas, de acuerdo a la encuesta realizada (Ver Anexo 06).

### **3.7 Técnicas, Instrumentos y Procedimientos de Recolección de Datos**

#### **3.7.1 Revisión de Documentos**

Se realizó la revisión de información de proyectos similares y de los libros que involucren temas relacionados con el proyecto de investigación con el fin de obtener datos confiables y absolutamente confiables.

#### **3.7.2 Análisis de datos**

Se procederá al análisis de los datos de campo, tratando de que estos sean lo más certeros.

#### **3.7.3 Observación**

La observación se utilizará porque es una técnica fiable y que más se adecuada a mi investigación puesto que me permite la recolección de información y datos y su posterior análisis, por ello; primero, se empleará en el levantamiento topográfico del área con estación total para obtener los planos de planta, localización, curvas de nivel, topográfico; segundo, en la recolección de muestras en el lugar mediante

calicatas y su posterior análisis en el laboratorio, para obtener el Estudio de Permeabilidad del Suelo y otras 2 calicatas realizadas para el estudio de suelo; segundo, en el diseño del proyecto, entre los que se encuentran el número de unidades básicas de saneamiento, dimensiones del biodigestor y zanjas de infiltración y el número de tanques de Biodigestores necesarios para este proyecto.

A continuación se muestra el formato de encuesta socioeconómica usada.

## ENCUESTA SOCIOECONÓMICA

### A. INFORMACIÓN BÁSICA DE LA LOCALIDAD

Encuestador (a): \_\_\_\_\_  
 Fecha de Entrevista: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Hora \_\_\_\_\_  
 Departamento: \_\_\_\_\_ Provincia: \_\_\_\_\_ Distrito: \_\_\_\_\_  
 Dirección: \_\_\_\_\_  
 Persona Entrevistada (jefe del hogar): Padre ( ) Madre ( ) otro \_\_\_\_\_

### B. INFORMACIÓN SOBRE LA VIVIENDA

- 1.- Uso: Sólo vivienda ( ) Vivienda y otra actividad productiva asociada ( )
- 2.- Tiempo que viven en la casa ..... año(s) ..... meses
- 3.- Tenencia de la vivienda  
 Propia ( ) ¿Cuánto vale su Vivienda? .....  
 Alquilada ( ) ¿Cuánto paga al mes? S/. .....  
 Alquiler Venta ( ) ¿Cuánto paga al mes? S/. .....
- 4.- Material predominante en la casa  
 Adobe ( ) Madera ( ) Material noble ( ) Quincha ( )  
 Estera ( ) Otro .....
- 5.- Posee energía eléctrica si ( ) No ( ) ¿Cuánto paga al mes? S/. .....
- 6.- Red de agua si ( ) No ( ) ¿Cuánto paga al mes? S/. .....
- 7.- Red de desagüe si ( ) No ( ) ¿Cuánto paga al mes? S/. .....
- 8.- Pozo séptico/Letrina/Otro si ( ) No ( )
- 9.- Teléfono si ( ) No ( ) ¿Cuánto paga al mes? S/. .....
- 10.- Apreciaciones del Entrevistador
  - a. La vivienda pertenece al nivel económico: Alto( ) Medio( ) Bajo( )
  - b. La zona en que está ubicada la vivienda pertenece al nivel económico:  
 Alto ( ) Medio ( ) Bajo ( )

### C. INFORMACIÓN SOBRE LA FAMILIA

- 11.- ¿Cuántas personas habitan en la vivienda? \_\_\_\_\_
- 12.- ¿Cuántas familias viven en la vivienda? \_\_\_\_\_
- 13.- ¿Cuántos miembros tiene su familia? \_\_\_\_\_

Parentesco	Edad	Sexo	Grado de instrucción	¿Sabe leer y escribir?	¿Trabaja ? (E/P)	¿A qué se dedica?
		F M				
		F M				

14.- ¿Número de personas de la familia que actualmente buscan empleo? \_\_\_\_\_

15.- ¿Cuántas personas trabajan en su familia? \_\_\_\_\_

16.- Detallar el salario de los integrantes de la vivienda

Pariente	Mensual
Abuelo(a) .....	_____
Padre .....	_____
Madre .....	_____
Hijo(a) .....	_____
Hijos mayores de 18 años .....	_____
Hijos menores de 18 años .....	_____
Pensión/ Jubilación	_____
Otros Ingresos. (rentas, giros, etc.)	_____
Total Mensual/Familia en Soles (S./) .....	

17.- ¿Cuál es la distribución del gasto de la familia? Total anual/familiar

Gasto	Mes (S./)
a. Energía eléctrica	
b. Agua y desagüe	
d. Teléfono	
c. Alimentos	
d. Transportes	
e. Salud	
f. Educación	
g. Combustible	
h. Vestimenta	
i. Vivienda (alquiler)	
j. Otros	
Total	

#### D. INFORMACIÓN SOBRE EL ABASTECIMIENTO DE AGUA

18. ¿Cuántos días a la semana dispone de agua potable? \_\_\_\_\_

19. ¿Cuántas horas por día dispone de agua? \_\_\_\_\_ Horario desde la ..... Hasta las .....

20. ¿Paga usted por el servicio de agua?: si ( ) no ( ) Si es si, pasar a la pregunta N° 22

21. Si es no, ¿Por qué?: \_\_\_\_\_ Luego ir a la pregunta N° 24

22. Si es si, el consumo de agua facturada en el último mes fue: (solicitar el último recibo)

Cantidad Facturada (m<sup>3</sup>) \_\_\_\_\_ y el pago fue S/. \_\_\_\_\_ habitualmente cuanto paga al mes S/. \_\_\_\_\_ ¿Cuándo fue el último mes que pagó? \_\_\_\_\_.

23. Cree usted que lo que paga por el servicio de agua es: Bajo ( ) Justo ( ) Elevado ( )
24. La cantidad de agua que recibe es: suficiente ( ) insuficiente ( )
25. ¿Almacena usted el agua para el consumo de su familia? si ( ) no ( )  
Si es no, pasar a la pregunta N° 27.
26. ¿Cuántos litros cabe en el depósito donde almacena agua en su casa? \_\_\_\_\_ Litros

Recipientes	Cantidad	Capacidad del recipiente (litros)	Total en litros
Balde-lata			
Bidones			
Tinaja			
Cilindro – barril			
Tanque			
Otros			
Total			

27. La calidad del agua es: buena( ) mala( ) regular( )
28. ¿Con qué presión llega el agua a la vivienda? bajo ( ) suficiente( ) alto( )
29. ¿El agua llega limpia o turbia?:  
Limpia todo el año( ) Turbia por días( ) Turbia por meses( ) Turbia todo el año( )
30. ¿Está usted satisfecho con el servicio de agua? ¿Cómo lo calificaría?  
Bueno( ) Malo( ) Regular( )
31. ¿El agua antes de ser consumida le da algún tratamiento?:  
Ninguno( ) Hierve( ) Lejía( ) Otro\_\_\_\_\_
32. El agua que viene de la red pública la usa para:

1. Beber ( )	2. Preparar alimentos ( )	3. Lavar ropa ( )	4. Higiene personal ( )
5. Limpieza de la vivienda ( )	6. Regar la chacra ( )	7. Otros ( )	

33. ¿Se abastece de otra fuente?: si ( ) no ( ) Si es no, pasar a la pregunta N° 51
34. Si es si, ¿Cuál es la otra fuente?:
- a. Río/ Lago ( )      b. Pileta pública ( )      c. Camión Cisterna ( )  
d. Acequia ( )      e. Manantial ( )      f. Pozo ( )  
g. Vecino ( )      h. Lluvia ( )      i. Otro(especificar) \_\_\_\_\_
35. ¿Cuál es la distancia de la vivienda hasta la otra fuente de abastecimiento? \_\_\_\_\_ metros y ¿Qué tiempo se demora en ir y venir? \_\_\_\_\_ minutos.
36. ¿Cuántas veces al día acarrea? \_\_\_\_\_

37. ¿Quiénes acarrear el agua?

¿Cuánto los mayores de 18 años? \_\_\_\_\_ y ¿Cuánto los menores de 18 años? \_\_\_\_\_

38. Cada vez que acarrea, ¿cuántos viajes realiza?

¿Cuánto los mayores de 18 años? \_\_\_\_\_ y ¿Cuánto los menores de 18 años? \_\_\_\_\_

39. ¿Qué tipo de recipientes utiliza, cuál es su capacidad y si paga o no por el agua?

Envase	Capacidad de Envase (Litros)	Precio Pagado por Envase	No Paga
Balde			
Cilindro			
Tinaja			
Lata			
Bidones			
Otros			

40. ¿Cuántos recipientes carga por vez (por viaje)?

¿Cuánto los mayores de 18 años? \_\_\_\_\_ y ¿Cuánto los menores de 18 años? \_\_\_\_\_

41. ¿Cuál es la distancia de la vivienda hasta la otra fuente de abastecimiento? \_\_\_\_\_ metros y ¿Qué tiempo se demora en ir y venir? \_\_\_\_\_ minutos.

42. ¿Paga usted alguna cuota mensual por usar el agua de esta fuente?: si ( ) no ( )

Si es no, pasar a la pregunta N° 45

43. Si es si, ¿con qué frecuencia lo paga?: a. Diario ( ) b. Semanal( ) c. Quincenal( )  
d. Mensual( ) e. Otro \_\_\_\_\_

44. ¿Cuánto paga? \_\_\_\_\_

45. ¿En qué ocasiones se abastece de esta otra fuente?: a. permanentemente ( )  
b. algunos días ( ) especificar \_\_\_\_\_  
c. algunos meses ( ) especificar \_\_\_\_\_

46. ¿El agua que viene de esta fuente, antes de ser consumida le da algún tratamiento?:

Ninguno ( ) hierve ( ) lejía ( ) otro \_\_\_\_\_

47. El agua que trae de esta otra fuente la usa para:

1. Beber ( )	2. Preparar alimentos ( )	3. Lavar ropa ( )	4. Higiene personal ( )
5. Limpieza de la vivienda ( )	6. Regar la chacra ( )	7. Otros ( )	

48. Con esta otra fuente adicional, la cantidad de agua que dispone es: Suficiente( ) Insuficiente( )

49. Si se realizan obras para mejorar y/o ampliar el servicio de agua potable, ¿Cuánto pagaría por el buen servicio (24 horas del día, buena presión y buena calidad del agua)? S/. \_\_\_\_\_

50. ¿Si es no, porque? Estoy satisfecho con la forma como me abastezco ( )  
No tengo dinero o tiempo para pagar la obra ( )  
No tengo dinero para pagar cuota mensual ( )  
Otro especificar \_\_\_\_\_

**E. INFORMACION SOBRE EL SANEAMIENTO**

51. ¿Tiene conexión al sistema de desagüe?: si ( ) no ( ) Si es no, pasar a la pregunta N° 54
52. Si es si, ¿Paga alguna cuota por este servicio?: si ( ) no ( ) Si es no, pasar a la pregunta N° 53  
Si es si, ¿Cuánto?: S/. \_\_\_\_\_
53. Si es no, ¿Porqué no? \_\_\_\_\_ Luego ir a la preg. 63
54. ¿Usted dispone de una letrina? Si ( ) No ( )  
Si es si, pasar a la pregunta N° 55 Si es no, pasar a la pregunta N° 58
55. ¿Todos los que habitan la vivienda usan la letrina? si ( ) no ( )
56. Si es no, ¿Por qué?:  
( ) Esta demasiado lejos ( ) No tiene costumbre  
( ) Tiene mal olor ( ) Esta en mal estado  
( ) Le asusta usarla ( ) Otro \_\_\_\_\_
57. ¿Considera usted que su letrina está en mal estado? si ( ) no ( )
58. ¿Estaría usted dispuesto a participar para mejorar o instalar una letrina? si ( ) no ( ) Si es no, pasar a la pregunta N° 60
59. Si es si, ¿Cómo participarían?: Aportando: dinero( ) Mano de obra ( )  
Materiales( ) Otro (especificar) \_\_\_\_\_
60. Si es no, ¿Por qué no quisiera participar en las mejoras?:  
( ) Porque estoy satisfecho con lo que tengo ( ) No tengo dinero ni tiempo  
( ) No me interesa ( ) Otros (especificar) \_\_\_\_\_
61. ¿Estaría interesado en contar con letrina, alcantarillado o desagüe? si ( ) no ( )
62. ¿Cuánto pagaría al mes por tener desagüe? S/. \_\_\_\_\_

**F. INFORMACIÓN GENERAL Y OTROS SERVICIOS DE LA VIVIENDA.**

63. Considera usted que el agua potable es un bien que:  
Debe pagarse ( ) ¿Por qué? \_\_\_\_\_  
No debe pagarse ( ) ¿Por qué? \_\_\_\_\_
64. ¿Cree usted que el agua que consume puede causar enfermedades?  
Si ( ) ¿Por qué? \_\_\_\_\_  
No ( ) ¿Por qué? \_\_\_\_\_
65. ¿Durante el día en que momento cree usted que una persona debe lavarse las manos?  
Al Levantarse( ) Después de ir al baño( ) Antes de comer( ) Antes de cocinar ( )  
Cada que se ensucia( ) A cada rato( )

66. ¿Qué enfermedades afectan con mayor frecuencia a los niños y adultos de su familia y cómo se tratan?

Enfermedad	Niños	Adultos	Tratamiento	
			casero	Posta médica, hosp. o médico particular
Ninguna				
Diarreicas				
Infecciones				
Tuberculosis				
Parasitosis				
A la piel				
A los ojos				
Otros				

67. ¿Participaría en la ejecución de un proyecto para mejorar y /o ampliar el servicio de agua potable y desagüe?

- ( ) Si → ¿Cómo? Mano de obra ( ) Herramientas ( )  
Materiales de construcción ( ) Sólo en reuniones ( )  
Dinero ( ) Otros \_\_\_\_\_
- ( ) No → ¿Por qué? \_\_\_\_\_

68. ¿Cómo se elimina la basura en su vivienda?

- Por recolector municipal( ) Enterrado( ) En botadero( ) Quemado( )  
Otro (especifique) \_\_\_\_\_

69. ¿Con qué frecuencia elimina la basura de su vivienda?

- Diaria( ) 2 veces a la semana( ) Cada 2 días( ) 1 vez a la semana( )

70. ¿Cuánto paga al mes por el servicio de recolección de basura? \_\_\_\_\_

71. Medios de comunicación que usa la familia con mayor frecuencia

Radio		Diarios y Revistas		Canal de T.V.	
Emisora	Horario		Frecuencia	Canal	Horario

#### G. ORGANIZACIONES DE LA SOCIEDAD CIVIL

72. ¿Existe una Junta Vecinal ? si ( ) no ( ) Si es no, pasar a la pregunta N° 74

73. ¿Cómo participa usted en la Junta Vecinal local? \_\_\_\_\_

74. ¿Qué organizaciones de los vecinos (comunidad) existen en la ciudad? Nombre las 3 más importantes en su consideración:

Organizaciones	Actividades que realizan	Lideres

75. ¿Qué organizaciones en la ciudad; realizan actividades de educación sobre higiene, salud o educación ambiental?

Organizaciones	Actividades que realizan en educación sobre higiene, salud, educación ambiental

76. ¿Por qué cree que no existen organizaciones vecinales en su Barrio?

---



---

**H. CONCIENCIA AMBIENTAL**

77. ¿Cree usted que el agua escaseará algún día? Si ( ) No ( ) No sabe ( )

78. Cuando una persona arroja basura:  
Se contamina ( ) No se contamina ( ) No sabe/ No opina ( )

79. ¿Qué es el agua?  
La fuente de la vida( ) Sin el agua no se puede vivir( ) Me sirve para cocinar, lavar etc.( )  
Es solo agua ( ) No sabe( ) Otro( )

### **3.8 Métodos, Instrumentos y Procedimientos de Análisis de Datos**

Para dar inicio, se realizará la visita al caserío donde se propone instalar el sistema de saneamiento básico y luego continuar con las encuestas socioeconómicas que permitirán recolectar toda la más significativa información posible referente a mi investigación, se recolecta información como población total, número de viviendas, tasa poblacional por vivienda, ingresos económicos, actividad económica, existencia de suministro de agua potable, existencia de red de desagüe, sistema de deposición de excretas, enfermedades presentes, entre otros. Esta información permitirá conocer la perspectiva situacional del lugar de estudio y de las necesidades de los pobladores.

Luego se tendrá que hacer un estudio y levantamiento topográfico de la localidad de Huayabas para determinar las características y topografía del terreno, las curvas de nivel, la ubicación geo referencial de las viviendas, esta información la usaremos para el diseño del sistema de saneamiento básico.

Se realizará un estudio de permeabilidad In Situ, con esto nos dará el índice de permeabilidad del suelo presente en el caserío, este factor es mucha importancia para poder calcular las dimensiones de las zanjas de infiltración y su ubicación respectiva.

También se hará un Estudio de Mecánica de Suelos, de esta manera, se pretende determinar el tipo de suelo existente en el caserío, este es un elemento importante que se debe tener en cuenta, ya que influirá directamente en el diseño del sistema de saneamiento con unidades básicas de saneamiento y en la ubicación de los pozos y/o zanjas de percolación.

Continuaré con el trabajo en gabinete donde obtendré el valor del índice de permeabilidad del suelo usando una hoja de cálculo Excel y tomando como guía a la norma IS. 020. los planos topográficos, arquitectura, cubierta, eléctricas, instalaciones sanitarias, detalle biodigestor y estructuras utilizando los programas

AutoCAD y CivilCAD. Lo que respecta al costo de la propuesta se hará el análisis de metrados, costos basados en CAPECO, para así finalmente llegar a calcular el presupuesto del proyecto, se usarán softwares como el S10, Excel, y para la programación de obra con el programa Ms Project.

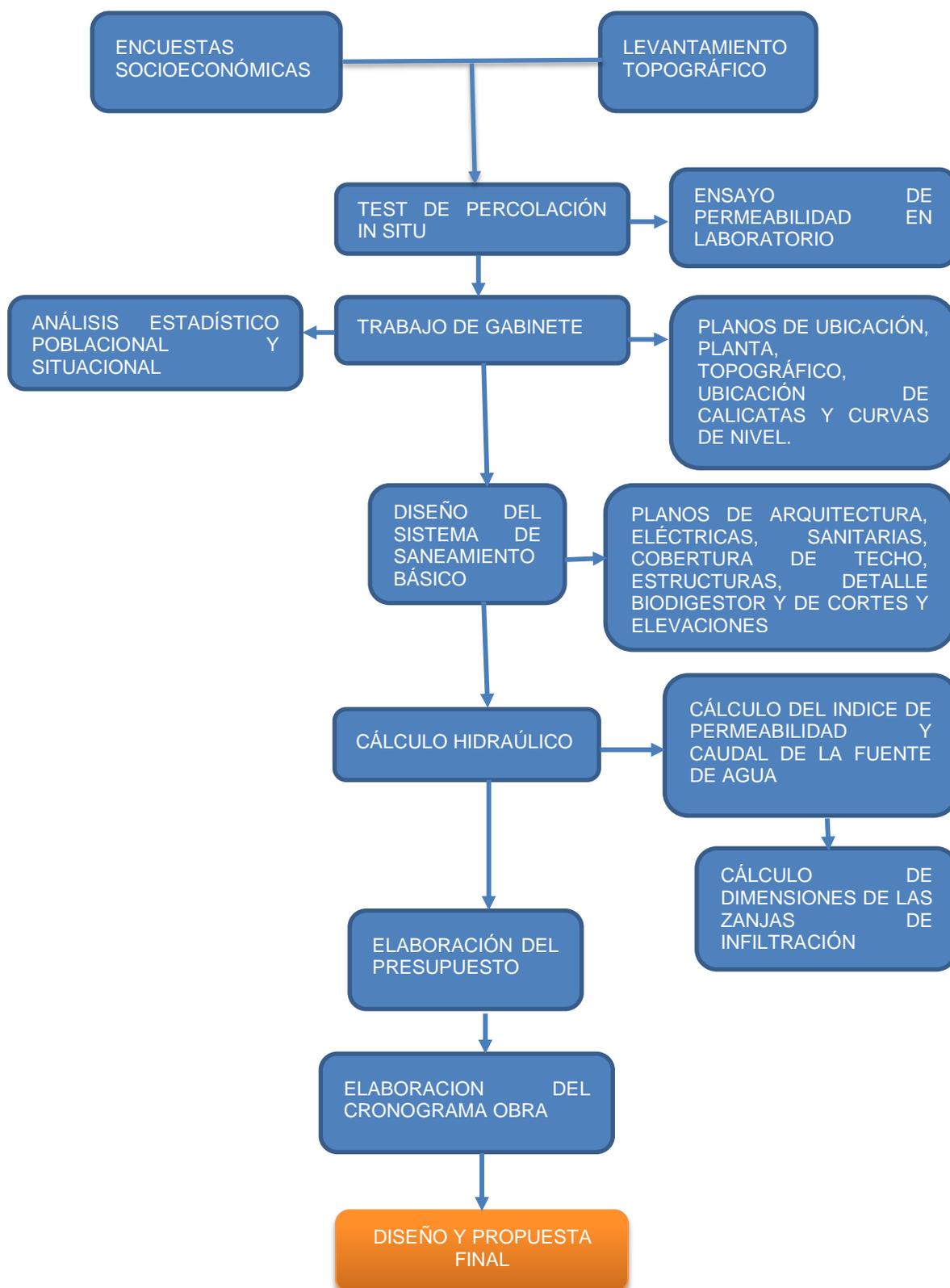


Figura 18. Esquema Completo del Trabajo de Investigación a Realizar.

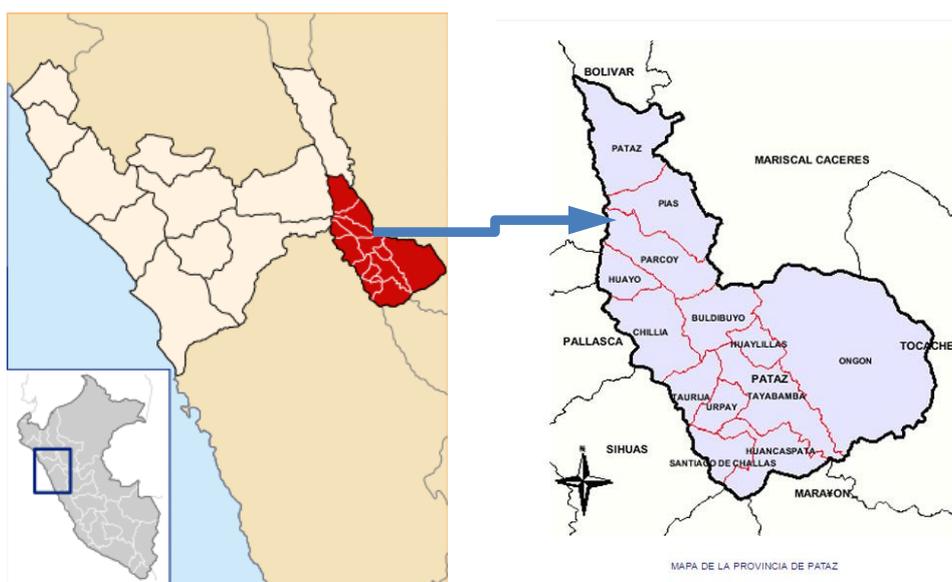
Fuente: Elaboración Propia

## **CAPÍTULO 4. DESARROLLO DE LA TESIS**

### **4.1 Descripción del Distrito de Parcoy**

Parcoy es uno de los 13 distritos de la Provincia de Pataz, se encuentra ubicado al norte de la capital de la provincia con Latitud -8.03083 y Longitud -77.4783, y es uno de los más importantes centros de explotación minera del ande Liberteño. Su altitud es de 3126 m.s.n.m. con un temperatura promedio de 19°C.

Este distrito patacino fue creado en la época de la independencia de Perú y durante un breve tiempo fue la capital de la provincia de Pataz. Las actividades productivas del distrito son, agrícolas, ganadera y principalmente mineras.



**Figura 19. Ubicación de la Provincia de Pataz**

Fuente: Primera Imagen Wikipedia y Segunda Imagen Gualberto Valderrama C. 2005

#### **4.1.1 Generalidades del Caserío**

El Caserío de Huayabas se ubica en el Distrito de Parcoy. Políticamente pertenece a la provincia de Pataz, departamento de La Libertad, región Sierra. A una altitud aproximada de 2340.00 m.s.n.m.

Ubicado en las coordenadas UTM: 215572 E y 9116810 N.



**Figura 20. Mapa del Distrito de Parcoy**

Fuente: Municipalidad Distrital Parcoy, 2007

## 4.1.2 Características del Caserío

### 4.1.2.1 Vías de Acceso a la Localidad

Para acceder a la zona del proyecto, se parte de la ciudad de Trujillo con destino a la ciudad de Huamachuco mediante una carretera asfaltada con un promedio de 04 horas de viaje, luego se continúa hasta Bella Aurora por 136 Km. Continuando por la vía que conduce a Huayo por unos 65 Km. De carretera afirmada hasta llegar al Caserío de Huayabas. En total se utilizan 12 horas 30 minutos en todo el recorrido a la zona del proyecto en vehículo camioneta.

Tabla 7: Distancias y Tiempo de Acceso al Caserío de Huayabas

TRAMO	DISTANCIA (Km.)	TIPO DE VÍA	TIEMPO (Hr.)
Lima – Trujillo	570	Asfaltada	9
Trujillo - Huamachuco	180	Asfaltada	4
Huamachuco – Bella Aurora	136	Afirmada	7
Bella Aurora – Huayabas	65	Afirmada	1 h 30 min.
		Total	21 h 30 min.

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.1.2.2 Fisiología y Geología del Proyecto

La estructura tectónica de La Libertad ha sido frecuentemente influenciada por el levantamiento y plegamiento y contracción de los andes así como los fluviales y los de efecto glacial.

El Distrito de Parcoy se desarrolla en laderas de los cerros, cuyas geo formas son del tipo tectónico, presentando potentes crestas, empinadas a escarpadas y está cortada por una red de drenaje ligada a un sistema de fracturación noreste-suroeste. De acuerdo al Informe Técnico del Estudio de suelos (Ver Anexo 07), el subsuelo está conformado de la siguiente manera:

- 0.00 – 0.30. hasta los 0.30 m de profundidad de exploración se presenta una capa de material de relleno natural en estado suelto, conformado por material orgánico propio de un terreno agrícola, en estado húmedo propio de la zona.
- 0.30 – 3.00 m. luego continua estratos de arcilla con presencia de limos (CL), de mediana plasticidad, conteniendo de manera aislada gravas menudas de ½” hasta la profundidad indicada. **No** se presenta el nivel freático hasta la profundidad explorada.

Se ha comprobado que en la zona del proyecto no existen deslizamientos de tierra, huaycos, desbordes de ríos, etc. que supongan peligro a la vida humana. De esta manera, se estima que hay una garantía aceptable en la estabilidad del suelo con fines de cimentación en toda el área.

#### 4.1.2.3 Aspectos Climáticos

##### A) Clima

la zona del proyecto presenta un clima frío con invierno seco, también conocido como “clima de montaña alta” propio de la región sierra, con lluvias en los meses de Diciembre a Marzo, en los meses de Noviembre a Marzo la lluvia alcanza valores hasta de 1032.2 mm de precipitación. Los meses de más lluvia son de diciembre a marzo aunque en algunos años la lluvia empieza en septiembre o duran hasta abril o mayo. En los meses de junio a diciembre se experimenta lo opuesto, son meses de sequía.

##### B) Temperatura

En el caserío de Huayabas se presenta una temperatura promedio de 16 ° C, reduciéndose hasta 9 °C y la temperatura más elevada es de 30 °C.

#### 4.1.2.4 Aspectos Económicos y Sociales

##### A) Aspectos Económicos

- **Actividad Agrícola**

En el Distrito de Parcoy, cuenta con una frontera agrícola de 35,708 hectáreas, que corresponde al 13.0 % del total provincial. Una de las principales actividades económicas la constituye la agricultura como la papa, trigo, maíz, chocho, alverja y en zonas bajas plantas frutales principalmente el plátano, palta, mango, naranja y limón.

- **Actividad Ganadera**

La actividad ganadera como actividad complementaria a la agricultura se destaca por la crianza de vacunos, ovinos, caprinos y aves domésticas. Esta zona productora y comercializadora está dirigido también a mercados externos como Huamachuco y Trujillo.

## B) Servicios Públicos

- **Energía Eléctrica**

En el caserío se cuenta con el servicio de energía eléctrica domiciliaria y pública solo en 32 viviendas, los demás pobladores suministran su energía con uso de velas y linternas en las noches para el desarrollo de sus actividades.

- **Agua Potable**

El sistema de agua potable en el caserío de Huayabas del distrito de Parcoy; en el presente el sistema de agua potable viene funcionando de forma óptima pero que no cuenta con obras de tratamiento y almacenamiento.

- **Saneamiento**

En el caserío no se cuenta con el servicio de alcantarillado, los pobladores cuentan con letrinas en algunas viviendas en forma inadecuada construidas por los propios pobladores.

*Tabla 8. Cobertura de servicios básicos.*

SERVICIOS PÚBLICOS	SÍ TIENE (%)	NO TIENE (%)
Energía eléctrica publica	78	22
Energía eléctrica domiciliaria	78	22
Conexión domiciliaria de agua	100	0
Conexión domiciliaria de saneamiento	0	100

*Fuente: Elaboración propia.*

- **Telecomunicaciones**

En el caserío no existen centros comunitarios de telecomunicaciones, los medios son de telefonía celular.

- **Servicios de Salud**

El caserío no cuenta con servicios de salud, la posta de salud más cercana que tienen está en el caserío de Vaquería de Andas que se encuentra a 20 km de distancia aproximadamente, para emergencias mayores viajan al Hospital de Huamachuco y de Trujillo.

## 4.2 Situación Actual del Sistema de Agua y Saneamiento

### 4.2.1 Agua Potable

El sistema de agua potable fue construido por la Municipalidad Distrital de Parcoy en los años anteriores a nivel de piletas y conexiones a domiciliarias. En el caserío de Huayabas cuenta con el servicio de agua potable tanto en su población concentrada así como también en su población dispersa en las zonas rurales haciendo un total de 41 viviendas a altitudes múltiples. Este sistema es eficiente y abastece a la población del caserío en mención, por lo que no es necesaria la intervención en dicho sistema, según la información obtenida de campo.



**Fotografía 2. Vista de una pileta en una vivienda del caserío de Huayabas.**

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.2 Saneamiento

En el presente estudio, se observa que los pobladores No cuentan con un sistema de saneamiento básico rural presente en el total de 41 viviendas del Caserío, de las cuales pocas poseen letrinas con hoyo seco que no cuenta con los parámetros de construcción y saneamiento, solo 10 viviendas poseen letrinas en mal estado y 31 viviendas no tienen letrinas del todo. Los pobladores no toman en cuenta que mediante este tipo de construcciones se contamina el medioambiente convirtiéndose en almacenes y focos infecciosos debido a la falta de un programa de mantenimiento o educación sanitaria así mismo las descargas o evacuación de aguas residuales domésticas se filtran a terrenos de cultivo, contaminando al medio ambiente, el 76 % de la población se ve en la necesidad de realizar sus necesidades en campo abierto, generando focos de contaminación. (Información obtenida en campo). Por lo que la propuesta de letrinas para esta comunidad es de 41 U.B.S. (Unidad Básica De Saneamiento) con su respectivo sistema de arrastre hidráulico y biodigestor de polietileno.



**Fotografía 3. Letrina de poblador en caserío Huayabas**

Fuente: Elaboración propia

### **4.3 Causas de las Deficiencias en la Infraestructura de Saneamiento Básico**

De la información obtenida y de la aproximación a la situación real del sector de Saneamiento en la zona rural del Caserío de Huayabas mediante el reconocimiento e interacción con líderes comunales del Caserío, se obtuvo información para precisar las causas y porqués han llegado a la presente situaciones actuales descritas.

Principales Causas:

- Falta de prioridad de políticas de gobierno a nivel central, regional y local.
- Falta de continuidad en la gestión.
- Insuficientes recursos: Económicos y Humanos.
- Explosión demográfica.
- Falta de educación ambiental y sanitaria.

Principales Causas Institucionales:

- Ineficiente Gestión Institucional.
- Legales.
- Gestión municipal inadecuada de los servicios básicos.
- Organizacionales.
- Planeamiento.
- Insuficiente conocimiento del estado de los servicios básicos a nivel rural.

### **4.4 Impactos en Salud Derivados del Inexistente Sistema de Saneamiento**

Según el Ministerio de Salud la carencia de un servicio adecuado de agua y saneamiento tiene impacto negativo sobre la salud de las personas, su futuro desarrollo y calidad de vida. El contagio de enfermedades transmitidas por falta de aseo personal y la contaminación del medio ambiente se agrava por ausencia de agua y saneamiento. Además en la salud de la población se prevé un incremento de las enfermedades transmitidas por vectores (Dengue y Malaria) así como el Cólera (por uso de aguas contaminadas y colapso de servicios de saneamiento básico), además de las enfermedades respiratorias y dermatológicas. Las personas también pueden ser infectadas por la esquistosomiasis y corren el riesgo de contraer tracoma,

por cuya causa amenazan de ceguera y padecen deterioro visual. Las helmintiasis intestinales (ascariasis, tricuriasis y anquilostomiasis) y personas sufren de fuertes parasitosis intestinales causadas por helmintos; hay casos de hepatitis A clínica.

De acuerdo a la encuesta realizada (Ver Anexo 06) se identificó que las enfermedades presentes perjudican principalmente a los niños originando casos de enfermedades diarreicas, infecciones dérmicas, tifoideas y parasitosis intestinales, acrecentándose así el riesgo de contaminación y originando malestar en los hogares.

*Tabla 9. Causas de morbilidad general en los pobladores.*

6 PRIMERAS CAUSAS DE ENFERMEDAD/DOLENCIA/MALESTAR		N°	%
1	<b>Enfermedades diarreicas</b>	<b>37</b>	<b>45</b>
2	Infecciones	11	13
3	Tuberculosis	7	9
4	<b>Parasitosis</b>	<b>13</b>	<b>16</b>
5	En la piel	6	7
6	En los ojos	2	2
7	Otros	5	6
	<b>TOTAL</b>	<b>81</b>	<b>100</b>

*Fuente: Elaboración propia.*

Como se puede apreciar en la tabla 9, la primera causa de morbilidad en los pobladores son las enfermedades diarreicas con 37 casos (45%), parasitosis con 13 casos (16%), seguidas de infecciones con 11 casos (13%), seguida por tuberculosis con 7 casos (9%), seguido por en la piel con 6 casos (7%), Solo por mencionar las mayores cifras. La Opinión de los especialistas coincide en señalar los problemas de infecciones intestinales, desnutrición, helmintiasis, son el reflejo de la ingestión de agua de mala calidad (Contaminada) que no es tratada adecuadamente, debido en no contar con un sistema de saneamiento.

## 4.5 Parámetros de Diseño en Saneamiento

Para este tema de parámetros de diseño de saneamiento, nos guiaremos de la *“Guía de Opciones Tecnológicas para sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano y saneamiento en el ámbito rural – 2016”* del Ministerio de Vivienda y Construcción, que detalla todos los parámetros que a continuación desarrollamos en este capítulo.

### 4.5.1 Topografía

El caserío de Huayabas tiene una topografía irregular y bien accidentada en algunas zonas. En efecto, el terreno donde se ubicara el proyecto se levanta sobre un terreno de pendientes moderadas. La zona presenta colinas en laderas, variando sus pendientes entre 1% a 45%.

Para el diseño del sistema de saneamiento básico se necesitó de un levantamiento topográfico con estación total y GPS, como lo describiremos a continuación:

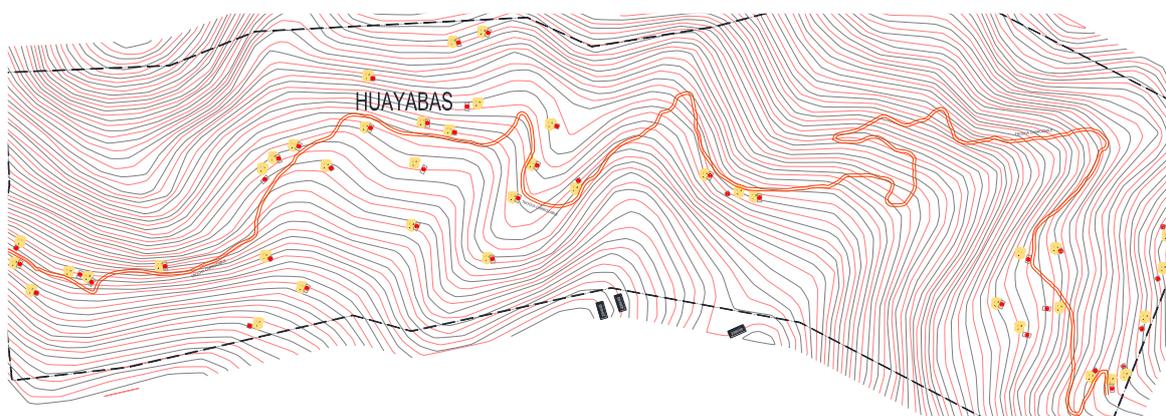
- **Levantamiento Topográfico**

Para poder iniciar el trabajo, inicialmente se hizo el reconocimiento general del área a levantar, identificando las posibles zonas donde se propone el diseño del sistema de saneamiento básico y la ubicación de casetas de U.B.S., el recorrido se realizó en coordinación con las autoridades locales del caserío de Huayabas.

Una vez identificado el área de terreno, se procedió al levantamiento topográfico de las zonas donde se propone el diseño del sistema de saneamiento básico y donde se realizará las calicatas para el test de percolación, con el uso de la estación total ya que en estas zonas se encuentran ubicadas las viviendas más cercanas unas de otras. Para el levantamiento topográfico de las zonas restantes, se hizo uso del GPS, ya que, para estas áreas de terreno y viviendas alejadas y dispersas, no es necesario la precisión de las cotas de terreno porque estas contarán con la propuesta de diseño de las Unidades Básicas de Saneamiento.

Tanto con el uso de la estación total, el GPS y como complemento el google maps, se procedió al trabajo de gabinete, en el cual se determinó las curvas del nivel y la ubicación de las viviendas de los pobladores beneficiados con el sistema de saneamiento básico en el caserío de Huayabas.

La siguiente figura 21 se muestra el Plano Topográfico, en el cual se identifican las curvas de nivel y la ubicación de las viviendas beneficiadas con puntos rojos en el caserío de Huayabas.



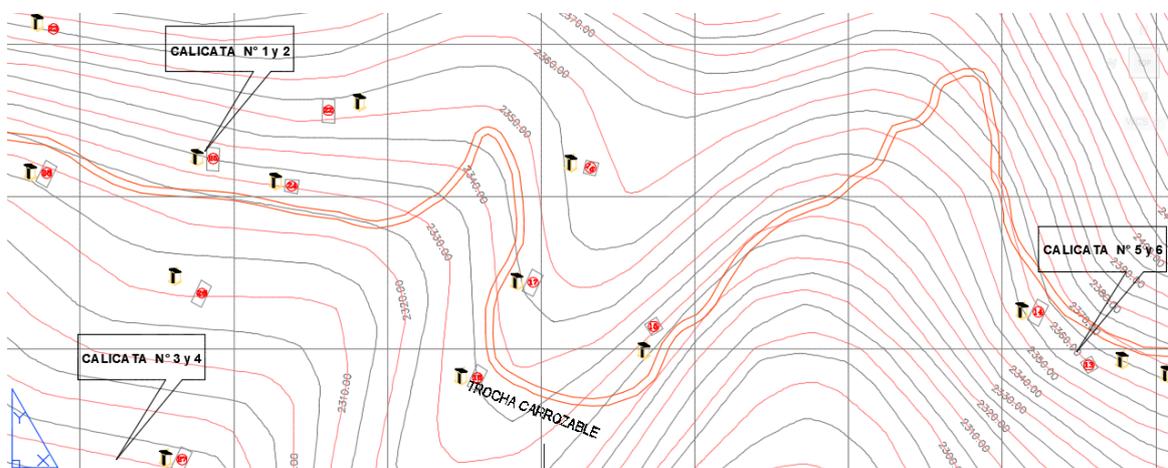
**Figura 21. Vista topográfica general del caserío de Huayabas.**

Fuente: Elaboración propia.

- **Trabajo de Gabinete**

Una vez que se ha realizado el Levantamiento Topográfico se procede al trabajo de gabinete, que consiste en representar el terreno real en el plano, identificando en este: las carreteras, trochas carrozables, viviendas. Esta representación del terreno es el Plano Topográfico. Una vez obtenido el plano topográfico procedemos a analizar y dibujar la ubicación de las viviendas y también las zonas donde se ubicarán las Unidades Básicas de Saneamiento, biodigestor.

En un plano adicional se ubicarán los puntos donde se realizarán las calicatas para el test de percolación.



**Figura 22. Ubicación de calicatas del test de percolación In Situ en el caserío de Huayabas.**

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.5.2 Periodo de Diseño

El periodo de planeamiento del sistema de saneamiento básico será de 10 años de vida útil, basado en la **“Guía de Opciones Tecnológicas para sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano y saneamiento en el ámbito rural – 2016”** del Ministerio de Vivienda y Construcción, que indica que el periodo de diseño máximo para un proyecto de saneamiento de Unidades Básicas de Saneamiento con Arrastre Hidráulico (U.B.S. - AH) es de 10 años. Por tanto tomaremos 10 años como periodo de diseño.

#### 4.5.3 Población Actual

La ejecución de este proyecto necesita del cálculo del número de viviendas actuales en el caserío de Huayabas y para así determinar el total de habitantes, según se observa en la siguiente tabla 9, el total de habitantes ha sido sacado de la encuesta realizada ver Anexo 06 .

Tabla 10. Población Actual del caserío de Huayabas al 2017.

Año 2017	Población		Total de habitantes
	Nº de viviendas habitadas	Densidad (Hab/Viv)	
Huayabas	41	5	205

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.5.4 Población de Diseño

En el caserío de Huayabas tiene una tasa de crecimiento de 1.30% (Fuente: El cuadro N° 17 de tasas de crecimiento 2015 – INEI, ver Anexo 01), se tiene una población actual de 205 habitantes.

Aplicando el criterio del método aritmético de crecimiento poblacional:

$$P_d = P_a \times (1 + r \times t)$$

$P_d$  = población futura (habitantes)

$P_a$  = Población actual (habitantes)

$r$  = Tasa de crecimiento (%)

$t$  = Periodo de diseño (años)

$$P_d = 205 \times (1 + 0.013 \times 10) \rightarrow = 232 \text{ habitantes.}$$

Se concluye que para un periodo de diseño de 10 años, se calcula una población futura de 232 habitantes.

#### 4.5.5 Dotación de Agua

Para cuantificar este dato eh recurrido al “La Guía para la Identificación, Formulación y Evaluación Social de Proyectos de Saneamiento Básico en el Ámbito Rural, a Nivel de Perfil del Sistema Nacional de Inversión Pública - MEF”, el

consumo de agua potable utilizando el sistema de letrinas con arrastre hidráulico para la región sierra es de 80 L/hab/día.

Por lo tanto la cantidad de dotación de agua considerada en el presente trabajo de investigación es de 80 L/hab/día.

#### 4.5.6 Coeficientes de Variación de Consumo

El consumo varía de acuerdo a muchos factores entre los que podemos mencionar el clima, calidad del agua, desperdicios y fugas, ausencia de medidores, características propias de la población, entre otras.

##### A) Consumo Promedio Diario Anual (Qp)

El consumo promedio diario anual, se define como el resultado de una estimación del consumo per cápita para la población futura del periodo de diseño, expresada en litros por segundo (l/s) y se determina mediante la siguiente relación:

$$Q_p = (\text{Dot} * P_f) / 86400$$

Donde:

Qp = Caudal promedio (litros/segundo)

Dot = Dotación (lt/hab/día)

Pf = Población futura (habitantes)

$$Q_p = (80 * 258) / 86400 \rightarrow Q_p = 0.24 \text{ l/s}$$

##### B) Consumo Máximo Diario (Qmd)

Se define como el día de máximo consumo de una serie de registros observados durante los 365 días del año. Para calcular el consumo máximo diario, se considerará un valor de 1,3 veces el consumo promedio diario anual.

$$Q_{md} = 1.3 * Q_p$$

$$Q_{md} = 1.3 \times 0.24 \quad \rightarrow \quad Q_{md} = 0.31 \text{ l/s}$$

Nota: El  $Q_{md}$  hallado anterior se ha comparado con el cálculo del caudal de la fuente de agua (Ver Anexo 01) este ha dado **0.53 l/s**, con este valor mayor que el teórico satisface la demanda de dotación de agua que se necesita para el buen funcionamiento del proyecto de saneamiento básico en el caserío de Huayabas.

### C) Consumo Máximo Horario ( $Q_{mh}$ )

Se define como la hora de máximo consumo de una serie de registros observados durante las 24 horas del día.

Para calcular el consumo máximo horario, se considerará un valor de 2 veces el consumo promedio diario anual.

$$Q_{mh} = 2.0 * Q_p$$

$$Q_{mh} = 2.0 * 0.24 \quad \rightarrow \quad Q_{mh} = 0.48 \text{ l/s}$$

#### 4.5.7 Ubicación del sistema de Saneamiento

Para ubicar el sistema de saneamiento en el terreno es necesario seguir los siguientes patrones:

- Para este proyecto de saneamiento todas Las casetas de U.B.S. se ubicarán en el exterior de las viviendas, la distancia no deberá ser exceder los 5 metros.
- La distancia mínima entre la zanja de infiltración y cualquier árbol deberá ser mayor a los 3 metros.
- La distancia de las zanjas de infiltración con respecto al muro exterior de la vivienda, tiene que tener una distancia mayor a los 3 metros.
- Para todos los tipos de sistema de descarga de U.B.S. (Zanja de infiltración, pozo percolador, etc.) no deben estar ubicados en un radio menor a los 30 metros de distancia hacia un sistema de extracción de agua.

#### 4.5.8 Dispersión de la Población

Las consideraciones que se tomaron en cuenta fueron: que el número de viviendas es superior a 20 y su separación media entre ellas es de 50 metros. También que las viviendas en su totalidad se encuentran en diferentes niveles de altitud de ubicación respecto la una de la otra.

Del análisis visto anterior se concluye que la población se clasifica como dispersa.

#### 4.5.9 Características del Terreno en la Población

##### 4.5.9.1 Inundabilidad

La ubicación de cada uno de los módulos de unidades básicas de saneamiento acompañado de su biodigestor y zanjas de infiltración, se ubicarán solo en zonas no inundables para que tengan un óptimo desempeño. La zona del proyecto sí brinda esta característica de acuerdo a su topografía que tiene pendientes que van desde el 1% al 45%, en área de estudio está ubicada en falda de cerro.

##### 4.5.9.2 Permeabilidad

Para cuantificar este parámetro se hizo el uso de 2 métodos: uno fue el ensayo de test de percolación In Situ (Ver anexo 02) y el otro ensayo de permeabilidad en laboratorio (Ver anexo 07).

*Tabla 11. Coeficiente de Infiltración por tipo de ensayo de permeabilidad*

TIPO DE ENSAYO	PERCOLACIÓN PROMEDIO (min/cm)	COEFICIENTE DE INFILTRACIÓN (L/m <sup>2</sup> )/día
Test de percolación In Situ	7,93	47
Ensayo de permeabilidad en laboratorio	7,89	48

*Fuente: Elaboración propia.*

Analizando los datos de la Tabla 11 que muestra el coeficiente de infiltración para 2 tipos de ensayo de permeabilidad, para el test de percolación In Situ da 47 (L/m<sup>2</sup>)/día y en el ensayo de permeabilidad del laboratorio arroja 48 (L/m<sup>2</sup>)/día. De los dos coeficientes de permeabilidad usaré el más conservador el cual es 47 (L/m<sup>2</sup>)/día, este dato se necesitará más adelante en el cálculo para las dimensiones de las zanjas de infiltración.

#### 4.5.10 Opciones Tecnológicas

Se tiene 2 tipos de opciones tecnológicas que se clasifican en soluciones familiares, mediante unidades de saneamiento básico (U.B.S.):

- Con arrastre hidráulico
- Sin arrastre hidráulico

Todas las viviendas del caserío de Huayabas cuentan con red de agua potable, del análisis del consumo máximo diario contrastado con el cálculo del caudal de la fuente de agua (Ver Anexo 01) que ha dado 0.53 l/s, con este valor mayor que el del consumo máximo diario se satisface la demanda de dotación de agua y por tanto se elige la opción tecnológica de soluciones familiares con arrastre hidráulico para el diseño del sistema de saneamiento básico en el caserío de Huayabas.

En conclusión Las unidades básicas de saneamiento con arrastre hidráulico (U.B.S. - AH) destinada a este proyecto de saneamiento básico cumple con la descarga mínima de 3 de litros (por presentar red de agua potable y caudal suficiente).

*Tabla 12. Clasificación de los terrenos según resultados de percolación.*

<b>Clase de Terreno</b>	<b>Tiempo de Infiltración para el descenso de 1 cm.</b>
Rápidos	de 0 a 4 minutos
Medios	de 4 a 8 minutos
lentos	de 8 a 12 minutos

*Fuente: Norma IS. 020 de Tanques Sépticos.*

Contrastando el tiempo de percolación promedio para los 2 tipos de ensayo de permeabilidad (ver Tabla 11, pág. 100) con el tiempo de infiltración para el descenso de 1 cm de la tabla 12, pág. 100, se determina como clase de terreno medio, de acuerdo con la norma IS. 020 de Tanques Sépticos este tipo de suelo es apto para la construcción de zanjas de infiltración o pozos de percolación.

#### **4.5.11 Profundidad de la Napa Freática**

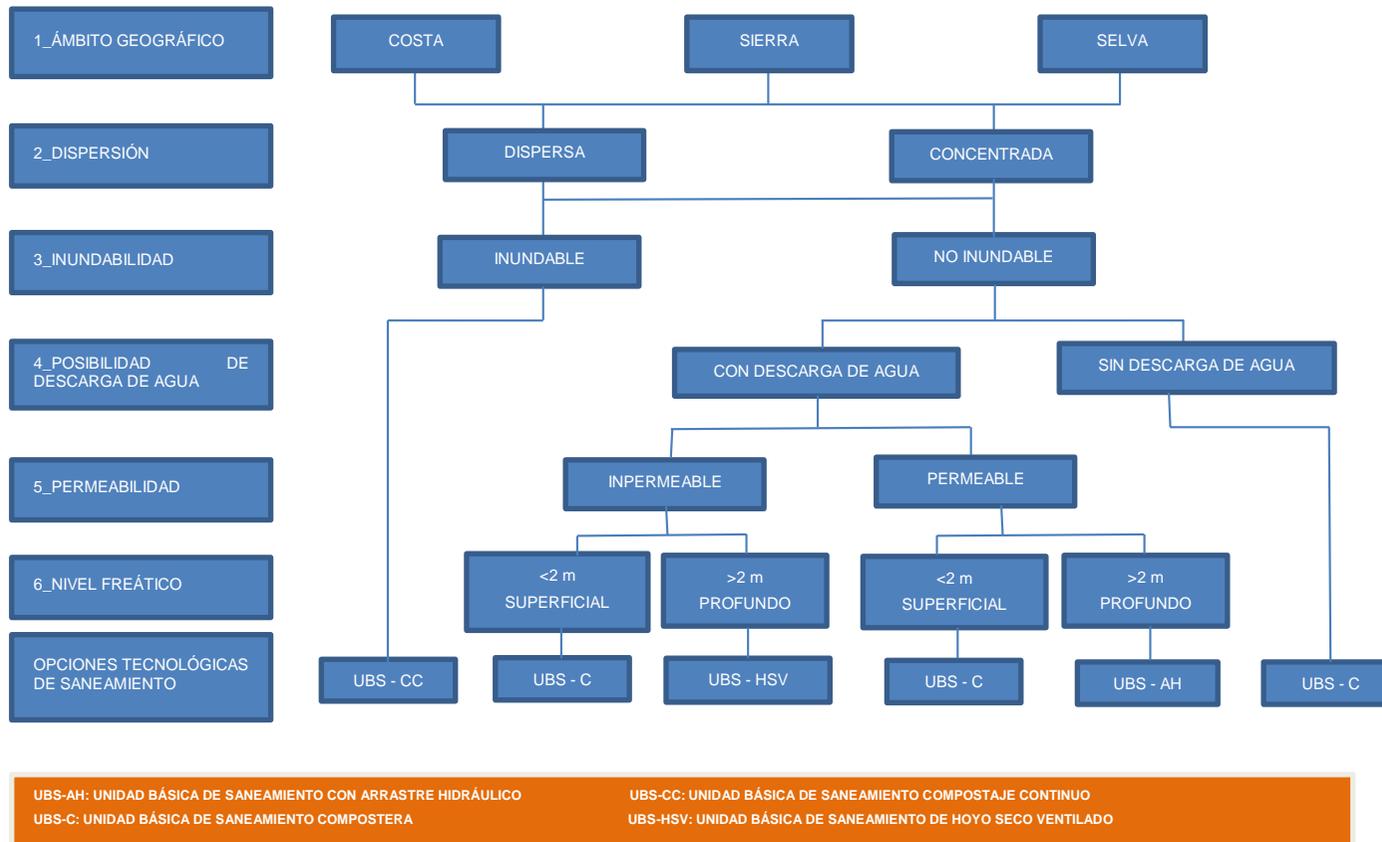
De acuerdo a la *“Guía de Opciones Tecnológicas para sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano y saneamiento en el ámbito rural – 2016”* del Ministerio de Vivienda y Construcción, dice que un proyecto que incluya como alternativa de saneamiento a un sistema de disposición de excretas con arrastre hidráulico para zonas con la napa freática con distancia mayor a 2 metros, medidos desde el fondo de cualquiera de los elementos de saneamiento (zanja de infiltración o pozo de percolación, etc.) hasta el nivel de la napa freática. Si no fuera este el caso se consideraría la alternativa de saneamiento sin arrastre hidráulico.

Para nuestro caso, de acuerdo al informe técnico de estudio de suelos, en las calicatas realizadas a 3 metros de profundidad **No** se encontró presencia del nivel freático (Ver anexo 07). La profundidad de nuestras zanjas de infiltración es de 0,80 metros, a esto hay que adicionarlo los 2 metros de distancia mínimo de profundidad al nivel de la napa freática que nos están recomendando, entonces necesitaríamos una profundidad total de 2,80 metros como mínimo, esto medido desde el nivel superficial del terreno.

Por lo visto cumplimos con este aspecto de no encontrar el nivel freático menor a los 2 metros medidos desde el fondo de las zanjas de infiltración, así concluyo en la decisión de elegir la alternativa de unidades básicas de saneamiento con arrastre hidráulico (U.B.S. – AH).

#### **4.5.12 Árbol de Decisión para Saneamiento**

Para el elegir la mejor opción tecnológica de saneamiento en el ámbito rural nos guiaremos de la siguiente figura 23, pág. 102.



**Figura 23. Árbol de decisión para elegir la opción tecnológica de saneamiento en el ámbito rural.**

Fuente: Elaboración propia.

## 4.6 Análisis de las Alternativas de Saneamiento

Del análisis del árbol de medios de decisión para elegir la opción tecnológica de saneamiento en el ámbito rural (ver figura 23, pág. 102), se parte por la ubicación del proyecto en región sierra y luego con la siguiente ruta de aspectos como son: con población dispersa, terreno no inundable, con descarga de agua, terreno permeable, nivel freático mayor a 2 metros (desde fondo de zanja de infiltración a nivel freático) y finalmente llegando a la conclusión de optar por la opción de unidades básicas de saneamiento con arrastre hidráulico (U.B.S.-AH).

De acuerdo a la *“Guía de Opciones Tecnológicas para sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano y saneamiento en el ámbito rural – 2016”* del Ministerio de Vivienda y Construcción (capítulo VI de saneamiento, pág. 141), nos da 2 alternativas para unidades básicas de saneamiento con arrastre hidráulico: una es con tanque séptico y la otra con tanque séptico mejorado. Para nuestro caso con tanque mejorado se empleará un biodigestor de polietileno.

### 4.6.1 Alternativa 1

#### Proyecto de Unidades Básicas de Saneamiento con Biodigestor

##### Memoria Descriptiva

Construcción de 41 unidades básicas de saneamiento las cuales serán de las siguientes características:

Serán de muros de ladrillo tipo III asentados de soga tipo cara vista, los cuales serán confinados mediante una columna y viga collarín de concreto  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ , la estructura del techo será de madera tornillo de medidas según los planos, la cobertura será de calamina, en la zona de la ducha llevará zócalo con cerámica, la viga y sobre cimientos también serán tarrajeados con mortero 1:4 e= 1.5cm; los pisos serán de cerámica 30x30 cm, la puerta y ventana serán de madera según planos.

Además contará con un sistema de tratamiento mediante biodigestor de 600 L. con su respectiva caja de lodos y sus zanjas de infiltración de acuerdo a los planos (Ver Anexo 09); según los planos cada zanja será de 5,50 metros x 0,60 metros y profundidad de 0,80 metros.

La pendiente mínima de las zanjas será de 1,5 ‰ (1,5 por mil) y un valor máximo de 5 ‰ (5 por mil).

Además se está proyectando un lavadero de usos múltiples ubicado en la parte externa de la U.B.S.

Se está dotando de 10 m de tubería medidos desde la caja de paso de agua potable hasta la letrina.

#### 4.6.1.1 Tamaño del Biodigestor

Dependiendo de la cantidad de habitantes de la vivienda y del diseño de la instalación, se podrá decidir el tamaño del biodigestor a colocar.

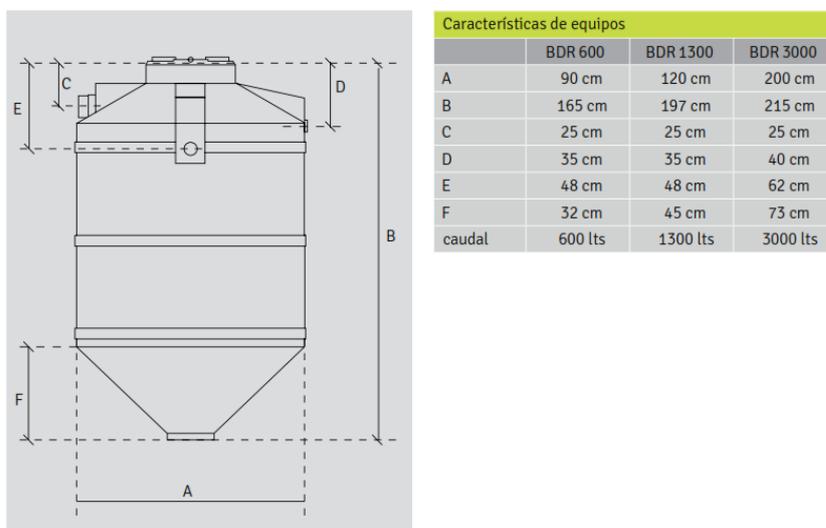
*Tabla 13. Planilla de capacidades de biodigestor*

Capacidades	600 Litros	1300 Litros	3000 Litros
Solo aguas negras	5 personas	10 personas	25 personas
Aguas negras y jabonosas	2 personas	5 personas	12 personas
Oficinas	20 personas	50 personas	100 personas
Industria	6 personas	13 personas	30 personas

*Fuente: obtenido de <http://www.proconsrl.com/pdfs/3.pdf>.*

De la tabla 13, en el aspecto de capacidades elegiremos solo con aguas negras (provenientes del inodoro) ya que contamos con 5 personas por vivienda, luego da como resultado a usar un biodigestor de 600 litros.

Nuestro diseño incluye aguas jabonosas y/o grises que provienen del lavamanos, ducha y lavarropas, para esto diseñaremos la red de tal manera que conecte con la tubería de salida del efluente del biodigestor, para culminar en las zanjas de infiltración. Esto para que funcione el sistema en óptimas condiciones y no genere problemas de olor.



**Figura 24. Dimensiones de biodigestor de acuerdo a su capacidad**

Fuente: obtenido de <http://www.proconsrl.com/pdfs/3.pdf>.

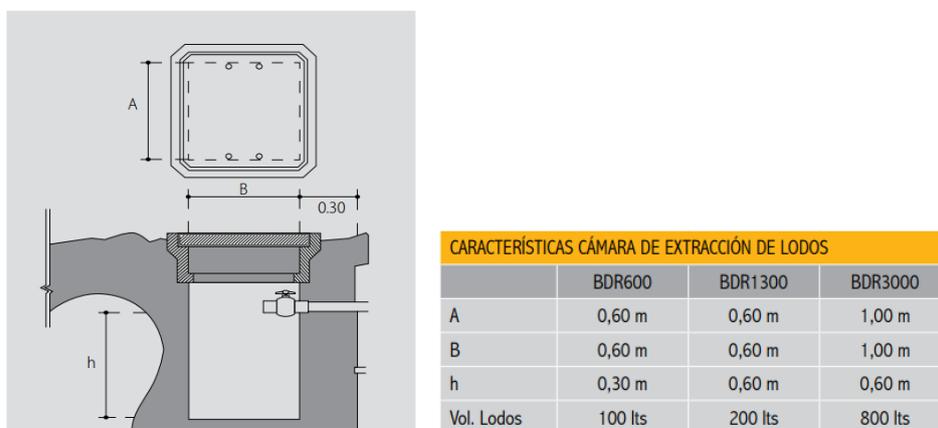
De la figura 24 se concluye las dimensiones del biodigestor de 600 litros es de:

- Altura = 1,60 m.
- Diámetro = 0,86 m.

#### 4.6.1.2 Cámara de Extracción de Lodos

Las dimensiones de la caja de lodos se excavan el volumen requerido para la cámara dependiendo del tamaño del equipo. La cámara será moldeado de cemento y no debe tener aislación en el fondo.

La distancia entre el Biodigestor y el Registro debe ser menos a 2 m, la pendiente de la tubería será del 2%.



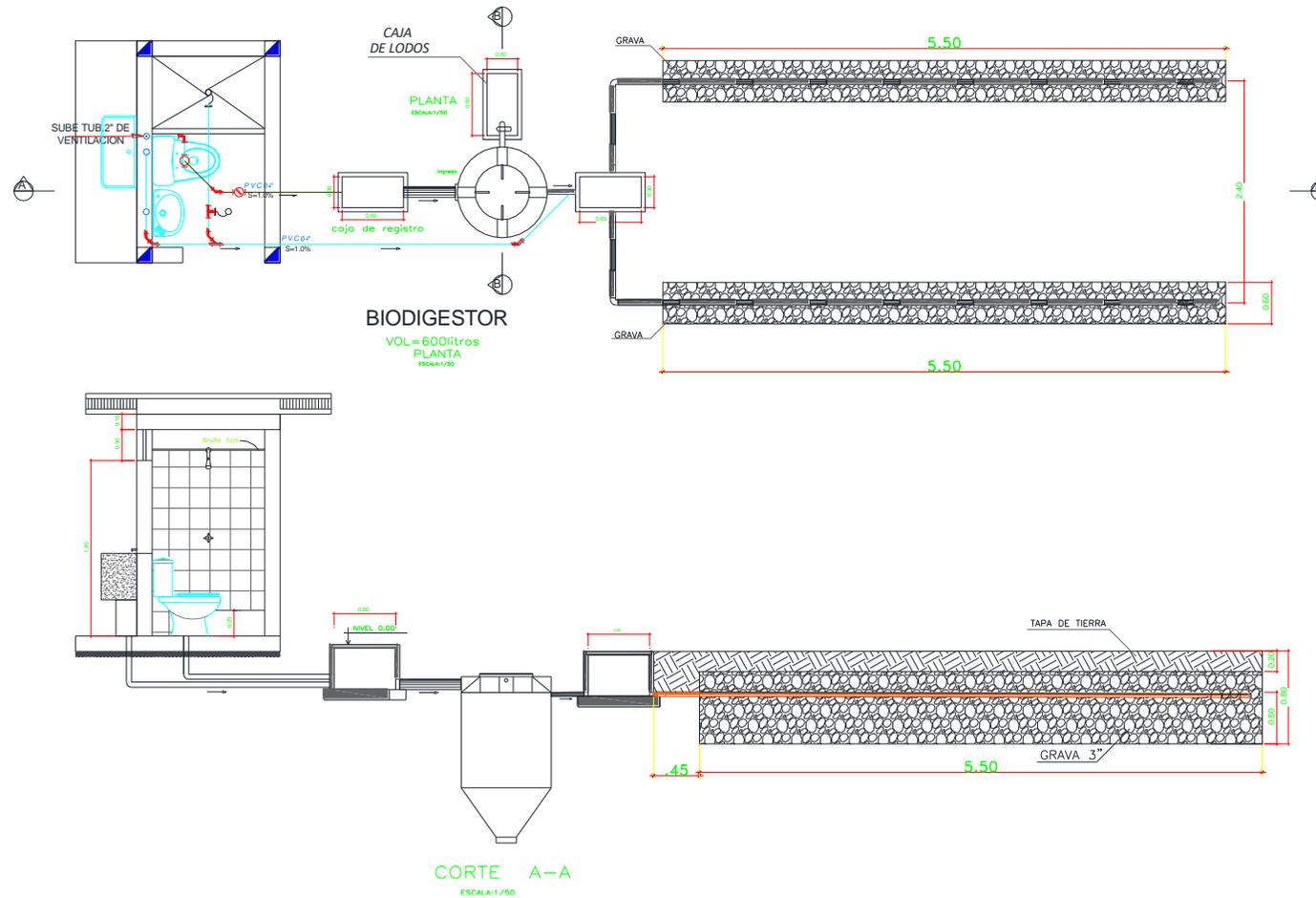
**Figura 25. Dimensiones para caja de lodos del biodigestor.**

Fuente: obtenido de <http://www.proconsrl.com/pdfs/3.pdf>.

Analizando la figura 25, para nuestro caso que usaremos un biodigestor de 600 litros, las dimensiones serán de 0,60 x 0,60 metros y una altura de 0,30 metros, medidos desde la llave de paso (de la tubería de salida de lodos) hasta el fondo de la cámara. A la altura de 0,30 metros se adicionará 0,20 metros haciendo una altura total de 0,50 metros.

Este tipo de proyecto que se detalló anteriormente se muestra en los planos (ver anexo 09), acompañado de las especificaciones técnicas para la ejecución del proyecto en su integridad total (ver anexo 05)

En la siguiente figura 26 se muestra una vista de planta de todo el sistema de saneamiento básico que se está proponiendo.



**Figura 26. Plano de planta y corte del sistema completo de saneamiento básico.**

Fuente: Elaboración propia

#### 4.6.1.3 Costo de Proyecto de Unidades Básicas de Saneamiento con Biodigestor.

Se realizó el análisis de costos para el proyecto de 41 unidades básicas de saneamiento con biodigestor y zanjas de infiltración, culminando en un presupuesto que se detalla en el cuadro resumen siguiente:

*Tabla 14. Cuadro resumen de presupuesto del proyecto de unidades básicas de saneamiento con biodigestor*

DESCRIPCION	TOTAL S/.
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>	<b>446,242.65</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>	
GASTOS GENERALES (% CD) <b>10 %</b>	44,624.27
UTILIDAD ( % CD) <b>5 %</b>	22,312.13
SUB TOTAL	513,179.05
IGV <b>18 %</b>	92,372.23
<b>VALOR REFERENCIAL</b>	<b>605,551.28</b>
COSTO DE EXPEDIENTE TECNICO ( % CD) <b>2.50 %</b>	11,156.07
SUPERVICION DE OBRA ( % CD) <b>3.00 %</b>	13,387.28
MITIGACIÓN AMBIENTAL ( % CD) <b>1.00 %</b>	4,462.43
<b>PRESUPUESTO TOTAL DE OBRA</b>	<b>634,557.06</b>

*Fuente: Elaboración propia.*

Para llegar al monto total de obra de unidades básicas de saneamiento con biodigestor de **634,557.06 S/**. Que se muestra en la tabla 14, fue necesario realizar el análisis de costos con precios unitarios y relación de insumos, todos ellos ver en el anexo 08.

#### 4.6.1.4 Costo de Operación y Mantenimiento de Proyecto U.B.S. y Biodigestor

Los costos de operación y mantenimiento se calcularon de manera anual, para esta alternativa de solución los costos anuales son mínimos, por su

fácil extracción de lodos que se realiza anualmente según recomendación del fabricante del biodigestor (Rotoplas), también la practicidad de la limpieza de todo el sistema de saneamiento básico. Todos los gastos de operación y mantenimiento serán asumidos por los pobladores del caserío de Huayabas. Se estimó un gasto aproximado anual que se detalla a continuación.

Tabla 15. Costo anual de operación y mantenimiento con proyecto

CONCEPTO	Costo Mensual S/.	Cantidad	Costo Anual S/.	FC	PRECIO SOCIAL (S/.)
<b>1. COSTOS DE OPERACIÓN</b>			<b>588.00</b>		<b>288.60</b>
- Herramientas	9.00	1	108.00	0.85	91.80
- Mano de obra no calificada	40.00	1	480.00	0.41	196.80
<b>2. COSTOS DE MANTENIMIENTO</b>			<b>984.00</b>		<b>730.80</b>
- Accesorios	7.00	1	84.00	0.85	71.40
- Insumos químicos	5.00	1	60.00	0.85	51.00
- herramientas	25.00	2	600.00	0.85	510.00
- mano de obra no calificada	20.00	1	240.00	0.41	98.40
<b>TOTAL O&amp;M</b>			<b>1,572.00</b>		<b>1,019.40</b>

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 15 nos da un costo total a precios sociales de 1 019,40 S/. Como gasto anual de operación y mantenimiento, si este monto anual lo dividimos en los 365 días de un año, nos dará un costo de mantenimiento y operación diario de 2,80 S/.

#### 4.6.2 Alternativa 2

##### Proyecto de Unidades Básicas de Saneamiento con Tanque Séptico

##### Memoria Descriptiva

Construcción de 41 unidades básicas de saneamiento las cuales serán de las siguientes características:

Serán de muros de ladrillo tipo III asentados de soga tipo cara vista, los cuales serán confinados mediante una columna y viga collarín de concreto  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ , la estructura del techo será de madera tornillo de medidas según los planos, la cobertura será de teja andina, en la zona de la ducha llevará zócalo con cerámica, la viga y sobre cimientos también serán tarrajeados con mortero 1:4 e= 1.5cm; los pisos serán de cerámica 30x30cm, la puerta y ventana serán de madera según planos.

Además contará con un sistema de tratamiento mediante tanque séptico de concreto armado y pozo percolador; Además se está proyectando un lavadero de usos múltiples ubicado en la parte externa de la U.B.S.

Se está dotando de 10 m de tubería medidos desde la caja de paso de agua potable hasta la letrina.

#### **4.6.2.1 Costo de Unidades Básicas de Saneamiento con Arrastre Hidráulico y Tanque Séptico.**

Para esta alternativa también se realizó el análisis de costos para el proyecto de 41 unidades básicas de saneamiento con tanque séptico y pozo de absorción, culminando en un presupuesto que se detalla en el cuadro resumen siguiente, tabla 16, pág. 111:

Tabla 16. Cuadro resumen de presupuesto del proyecto de unidades básicas de saneamiento con tanque séptico

DESCRIPCION	TOTAL S/.
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>	<b>490,866.92</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>	
GASTOS GENERALES (% CD) 10 %	49,086.69
UTILIDAD (% CD) 5 %	24,543.35
SUB TOTAL	564,496.96
IGV 18 %	101,609.45
<b>VALOR REFERENCIAL</b>	<b>666,106.41</b>
COSTO DE EXPEDIENTE TECNICO (% CD) 2.50 %	12,271.67
SUPERVISION DE OBRA (% CD) 3.00 %	14,726.01
MITIGACIÓN AMBIENTAL (% CD) 1.00 %	4,908.67
<b>PRESUPUESTO TOTAL DE OBRA</b>	<b>698,012.76</b>

Fuente: *Elaboración propia.*

En la anterior tabla 16 se llega a resumir el monto total de obra de unidades básicas de saneamiento con tanque séptico que llega a la suma de **698 012,76 S/.**

#### 4.6.2.2 Costo de Operación y Mantenimiento

En el costos de operación y mantenimiento se calcularon de manera anual, para esta alternativa de solución los costos anuales son mayores que el de unidades básicas de saneamiento con biodigestor, por la extracción de lodos se realiza de mayor tiempo de trabajo porque hay que ingresar al tanque séptico, previamente habiéndose de sacar toda el agua que encuentra en su interior del tanque séptico, el periodo se realiza anualmente. Los gastos de operación y mantenimiento serán asumidos en su totalidad por los pobladores del caserío de Huayabas. Se estimó un gasto aproximado anual que se detalla a continuación.

Tabla 17. Costo de operación y mantenimiento anual con proyecto de saneamiento

CONCEPTO	Costo Mensual S/.	Cantidad	Costo Anual S/.	FC	PRECIO SOCIAL (S/.)
<b>1. COSTOS DE OPERACIÓN</b>			<b>588.00</b>		<b>288.60</b>
- Herramientas	9.00	1	108.00	0.85	91.80
- Mano de obra no calificada	40.00	1	480.00	0.41	196.80
<b>2. COSTOS DE MANTENIMIENTO</b>			<b>1,980.00</b>		<b>1,471.80</b>
- Accesorios	7.00	1	84.00	0.85	71.40
- Insumos químicos	9.00	2	216.00	0.85	183.60
- herramientas	25.00	4	1,200.00	0.85	1,020.00
- mano de obra no calificada	40.00	1	480.00	0.41	196.80
<b>TOTAL O&amp;M</b>			<b>2,568.00</b>		<b>1,760.40</b>

Fuente: *Elaboración propia.*

Interpretando la tabla 17, vemos como el monto total del costo de operación y mantenimiento anual que asciende a la suma de 1 760,40 S/. Si este valor lo dividimos en los 365 días que trae un año nos da como costo diario de operación y mantenimiento de 4.80 S/. Para este sistema de saneamiento básico con tanque séptico.

#### 4.7 Selección de Alternativa de Saneamiento

Según el estudio de la zona y tratándose de proponer un sistema de saneamiento básico, se ha seleccionado la alternativa 1 (unidades básicas de saneamiento con biodigestor y zanjas de infiltración) como la solución al saneamiento en el caserío de Huayabas, por ser la mejor opción ganando tanto en los requerimientos técnicos como económicos que se detalla a continuación:

- Haciendo el comparativo de costos de las 2 alternativas de solución, la alternativa 1 gana en el costo del presupuesto de obra por ser menor, de igual manera en los costos de operación y mantenimiento es menor. Como se estima en la siguiente tabla 18.

Tabla 18. Resumen de las alternativas con su presupuesto y costo anual de O&M con proyecto

ALTERNATIVA	PRESUPUESTO DE OBRA (S/.)	COSTO ANUAL DE O&M CON PROYECTO (S/.)
1	634,557.06	1,019.40
2	698,012.76	1,760.40

Fuente: Elaboración propia.

- En el comparativo de las 2 alternativas de saneamiento, la alternativa 1 gana en el aspecto de cuidado del medio ambiente, porque el sistema de tratamiento de aguas residuales con biodigestor tiene una eficiencia de remoción de contaminantes (según tabla 19) que cumple con los parámetros máximos permisibles para efluentes que exige el Ministerio del Ambiente según tabla 20, por lo tanto este sistema de tratamiento con biodigestor no contamina las aguas superficiales y subterráneas.

Tabla 19. Eficiencia en remoción de contaminantes de aguas residuales domésticas.

PARÁMETRO	REMOCIÓN	PARÁMETROS LUEGO DEL TRATAMIENTO
DBO (demanda bioquímica de oxígeno)	94 %	15-80 mg/l
DQO (demanda química de oxígeno)	88 %	80-190 mg/l
Grasas y aceites	93 %	30-45 mg/l
SS (sólidos sedimentables)	98 %	0,05-0,3 ml/l
Ph	Estabilizado	7,5-8,5 UpH

\*Resultados obtenidos de muestreos realizados en puntos testigos ubicados en Argentina

Fuente: obtenido de <http://www.proconsrl.com/pdfs/3.pdf>.

Tabla 20. Límites máximos permisibles para los efluentes de PTAR

PARÁMETRO	UNIDAD	LMP DE EFLUENTES PARA VERTIDOS A CUERPOS DE AGUAS
Aceites y grasas	mg/L	20
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	10,000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	100
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	200
pH	unidad	6.5-8.5
Sólidos Totales Suspensión	en mL/L	150
Temperatura	°C	<35

Fuente: obtenido de [www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/09/ds\\_003-2010-minam.pdf](http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/09/ds_003-2010-minam.pdf)

- Otro aspecto a considerar es que la opción con tanque séptico con el tiempo de funcionamiento sufre rajaduras en sus paredes de concreto, a través de las cuales se filtra el agua al subsuelo y por ende contaminándolo. En la actualidad el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, no aprueba proyectos de saneamiento con tanques sépticos de concreto. Haciendo de la alternativa 2 no viable como solución de saneamiento.

## CAPÍTULO 5. RESULTADOS

Del trabajo de investigación y cálculos anteriores se obtiene los resultados siguientes:

- La construcción de 41 módulos de U.B.S. con arrastre hidráulico y biodigestor de polietileno.
- Cada módulo de U.B.S. será de 3.30 m<sup>2</sup>.
- Colocación de aparatos sanitarios ( inodoro, lavatorio y ducha)
- Población de diseño 232 habitantes.
- Dotación de agua es de 80 l/hab/día.
- Consumo promedio diario anual (Qp) = 0.24 l/s
- Consumo máximo diario (Qmd) = 0.31 l/s
- Consumo máximo horario (Qmh) = 0.48 l/s
- Instalación de 41 biodigestores de polietileno de capacidad de 600 litros.
- Para el sistema de infiltración tendrá 2 zanjas de 0,60 x 0,80 x 5,50 metros.
- Purga de lodo anual será de 100 litros aproximadamente.
- El monto del presupuesto es de 634 557,06 soles.
- El tiempo de ejecución del proyecto de saneamiento básico propuesto tendrá 120 días, de acuerdo al cronograma elaborado (Ver anexo 08).

## DISCUSIÓN

La instalación del sistema de saneamiento básico propuesto permitirá identificar las tres variables que más se ven afectadas por el funcionamiento del saneamiento en este caserío. La primera es la calidad de la fuente receptora ya que debido a que las aguas residuales que se generan en el caserío son descargadas directamente al medio ambiente sin realizarles un previo tratamiento que evite la contaminación del recurso hídrico, lo cual a su vez genera un deterioro del ecosistema natural que depende de las condiciones de este curso de agua. La segunda es el aporte de contaminación doméstica debido a las características de las actividades que se desarrollan dentro del caserío, las cuales generan una alta carga contaminante principalmente de tipo orgánica y la tercera es la capacidad del sistema de tratamiento debido a que este representa una oportunidad de ajustar los parámetros de calidad del agua residual de acuerdo a las exigencias normativas actuales, las cuales están orientadas a contribuir a la recuperación ambiental de la fuente receptora y del ecosistema.

El presente trabajo de investigación permitió la identificación de la tecnología más apropiada para el tratamiento de las aguas residuales generadas en este caserío. Esta tecnología concuerda con las características físicas, químicas y biológicas de las aguas residuales, es una tecnología que se complementa generando un tratamiento eficiente con alto nivel de remoción de la carga contaminante que se descarga al medio ambiente.

El tratamiento está compuesto por un biodigestor de polietileno que permite realizar un tratamiento de orden primario, en cual se logrará la remoción de contaminantes sedimentables, sólidos suspendidos y sólidos flotantes y un filtro biológico que permite realizar un tratamiento de orden secundario, en el cual se logrará una remoción de sólidos orgánicos e inorgánicos sedimentables caracterizados por ser en mayor parte materia orgánica, disminuyendo la concentración de DBO y otros contaminantes del efluente.

Este estudio permite establecer que esta alternativa es la mejor en cuanto a los costos de inversión, debido a que todos los materiales de construcción son de fácil accesibilidad. En el costos de operación, debido a que su funcionamiento es mecánico no requiere una operación compleja; en el costo de mantenimiento del sistema por su practicidad hace que

cualquier persona lo realice previa charla técnica que se dará a toda la población beneficiaria, lo cual permite que no sea necesario emplear mano de obra técnica que genere un mayor salario. Las consecuencias ambientales, debido a que no demandan una gran extensión de terreno para su instalación y es una tecnología que evita la generación de vectores que afecten a la salud pública y las condiciones del ecosistema del caserío. Los residuos generados en el proceso (lodos), son recuperados con cierta periodicidad libre de agentes patógenos y pueden ser utilizados como abono para las plantas.

## CONCLUSIONES

Partiendo de los objetivos planteados y el tema desarrollado en esta tesis se proceden a definir las siguientes conclusiones:

- Se realizó la propuesta de diseño del sistema de saneamiento básico del caserío de Huayabas, cumpliendo con los parámetros de diseño para saneamiento rural que establece el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.
- Se determinó que los pobladores No cuentan con un sistema de saneamiento básico rural presente en el total de 41 viviendas del Caserío, solo 10 viviendas poseen letrinas en mal estado y 31 viviendas no tienen letrinas del todo. El 76 % de la población se ve en la necesidad de realizar sus necesidades en campo abierto, generando focos de contaminación. La carencia de un servicio adecuado de saneamiento tiene impacto negativo sobre la salud de las personas y calidad de vida. En la salud de la población de acuerdo a la encuesta realizada, se registró a las principales enfermedades presentes como las diarreicas con un 45%, seguido de la parasitosis con 16% e infecciones con 13%, siendo estas las más relevantes. Se prevee un incremento de las enfermedades transmitidas por vectores (Dengue y Malaria) así como el Cólera (por uso de aguas contaminadas y colapso de servicios de saneamiento básico), además de las enfermedades respiratorias y dermatológicas.
- El estudio topográfico estableció que el caserío de Huayabas presenta pendientes accidentadas, también se hizo el plano topográfico estableciendo la ubicación de las viviendas acompañado de las unidades básicas de saneamiento.
- El sistema de saneamiento básico contará con 41 módulos de unidades básicas de saneamiento con biodigestor de 600 litros y 2 zanjas de infiltración de 0.60x0,80x5,50 metros, que permitirá brindar servicio de disposición de excretas a un total de 205 pobladores que actualmente viven en 41 viviendas.
- Las características de diseño de las unidades básicas de saneamiento son de un cuarto de baño dotado con un inodoro, área de ducha, lavatorio y un lavadero

multiusos de concreto en el exterior del cuarto de baño. Las instalaciones sanitarias de agua estarán conectadas al servicio de suministro de agua, la red de desagüe contará con 2 líneas: una tubería de PVC de 4" para el inodoro que conecta al biodigestor y la otra línea de tubería PVC de 2" para las aguas grises que se unirá a la salida del efluente del biodigestor para finalizar en las zanjas de infiltración. Este diseño es para 41 viviendas.

- Se plantea un sistema de tratamiento anaerobio mediante un biodigestor de 600 litros, debido a que la composición del agua residual doméstica es casi por completo orgánica, la cual demanda biodegradación. El sistema de tratamiento se plantea con base a un periodo de diseño de 10 años, en los cuales, se espera contar con una población futura de 232 habitantes.
- El sistema de saneamiento Básico propuesto cuenta con tratamiento biológico mediante un biodigestor el cual tiene una eficiencia en remoción de materia orgánica de: en DBO alcanza el 94 % (15-80 mg/l), DQO 88 % (80-190 mg/l), sólidos sedimentables 98% (0,05-0,3 ml/l) y Ph estabilizado (7,5 – 8,5 UpH). Con estos parámetros se cumple perfectamente la normativa de Límites Máximos Permisibles para efluentes del Ministerio del Ambiente.
- La propuesta de diseño con unidades básicas de saneamiento y biodigestor tiene un costo de presupuesto de 634 557,06 S/. que es 63 455,70 S/. menos que el presupuesto de unidades básicas de saneamiento con tanque séptico. En costos de operación y mantenimiento la alternativa propuesta alcanza los 1 019,40 S/. anuales, que representa un costo menor de 741 S/. menos comparado con la alternativa de unidades básicas de saneamiento con tanque séptico.
- Se elaboró el cronograma de obra de unidades básicas de saneamiento con biodigestor, dando como tiempo de ejecución en 120 días. Los plazos de avance serán de: 18,68 % en el primer mes, 29,76% en el segundo mes, 31,50% en el tercer mes y 20,06% en el cuarto mes.

- El impacto social del proyecto durante la etapa de construcción del servicio de saneamiento, tendrá impactos positivos como la oferta de puestos de trabajo y la dinamización de la economía, las cuales serán dirigidas a materiales, mano de obra, servicios, productos y equipamiento ofertado por el mercado local.

En la etapa de operación, se tendrá mejoras en corto plazo de la calidad del agua potable y eliminación de fuentes de contaminación. Tales como la reducción de la contaminación de los cuerpos receptores (aguas subterráneas y superficiales), que actualmente reciben los efluentes sin tratamiento, con reflejos positivo en la salud de las poblaciones aguas abajo de los cuerpos receptores, contribuyendo así para mejores condiciones de salud de la población, con reducciones al mínimo de los riesgos de afecciones por enfermedades de origen hídrico.

Esto involucra adicionales impactos sociales indirectos, como reducción de costos por servicios médicos, reducción de riesgos de morbilidad y mortalidad asociados al consumo de agua y saneamiento básico, e incentivos para ampliar las actividades económicas en aquellos sectores donde los servicios serán trascendentalmente mejorados.

## RECOMENDACIONES

- A los ingenieros civiles se recomienda que den mayor importancia a la elaboración de proyectos de saneamiento, siendo este sector con baja atención a nivel nacional y sobre todo en zonas rurales del Perú. La alternativa de solución que estoy dando se aplican en otras zonas previas a un estudio de su realidad de cada una de las comunidades donde se piense implementar este tipo de proyectos.
- Al Ministro de Vivienda Construcción y Saneamiento definir el financiamiento que establezca criterios de priorización para el otorgamiento de financiamiento y estén basados en principios de eficiencia, economía, equidad social, sostenibilidad y conservación ambiental. Además el estado con todas las instituciones involucradas le den prioridad al sector saneamiento en la asignación de recursos financieros.
- Se recomienda a la junta de la JASS y a la Municipalidad Distrital de Parcoy a gestionar una buena operación y mantenimiento del sistema de saneamiento básico debido a que éste es el principal factor de sostenibilidad del proyecto de los sistemas de saneamiento y así éste sistema cumpla con su periodo de diseño.
- Para la construcción y puesta en marcha del sistema propuesto debe ser tal como está especificado en los planos, ya que fueron diseñadas especialmente para esta investigación y en el caserío de Huayabas.
- Como parte del proyecto también debe realizarse una charla técnica a los pobladores en el uso y mantenimiento del biodigestor de polietileno, este aspecto es muy importante ya que el mal uso puede generar que el sistema no funcione adecuadamente y genere molestias.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Avila Trejo, C., & Roncal Linares, A. (2014). *Modelo de Red de Saneamiento Básico en Zonas Rurales Caso: Centro Poblado Aynaca-Oyón-Lima*. Lima.
- Comisión Nacional del Agua. (2016). *Numeragua México*. México
- Gobierno Regional La Libertad. (2016). *Informe Multianual de Inversiones en Asociaciones Público Privadas para el Año 2016*. Trujillo.
- Hernández Sampieri, R. (2014). *Metodología De La Investigación*. México: McGraw-Hill / Interamericana Editores.
- iagua. (2016). *La Inversión en Infraestructuras de Agua y Saneamiento en España Continúa Siendo Insuficiente*. España. Obtenido de <http://www.iagua.es/noticias/espana/aeas/16/05/26/inversion-infraestructuras-agua-y-saneamiento-espana-continua-siendo>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), Banco Mundial, Unicef y la Secretaría del Agua (2017). *Ecuador, pionero en medición de ODS de Agua, Saneamiento e Higiene*. Obtenido de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/ecuador-pionero-en-medicion-de-ods-de-agua-saneamiento-e-higiene/>
- Lepkowski, J. (2008). *Advances in Telephone Survey Methodology*. Hoboken, NJ.
- Lopez Diestra, E. V., & Aguilar Mendoza, H. M. (2014). *Estudio de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo Sanitario – Ambiental en los Servicios de Agua Potable y de la Disposición Sanitaria de Excretas y Aguas Residuales en el Centro Poblado de Molino*. Chocope. Trujillo.
- Luis Lopez, P. (2004). *Población Muestra Y Muestreo*. Obtenido de [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1815-02762004000100012](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-02762004000100012)
- Ministerio de Construcción, Vivienda y Saneamiento -PNSR (2013). *Guía de Opciones Técnicas para Abastecimiento de Agua Potable y Saneamiento para Centros Poblados del Ámbito Rural*. Lima: Publigráfico JL
- Ministerio de Economía y Finanzas (2011). *Guía Simplificada para la identificación, Formulación y Evaluación Social de Proyectos Saneamiento Básico en el Ámbito Rural a Nivel de Perfil*. Lima: Forma e Imagen.
- Palacios Dongo, A. (2016). *Problemática del Agua y Saneamiento en el Perú*. Lima
- Palma Culipichún, F. M. (2015). *Estudio de Factibilidad Técnica de Dotación de Agua Potable y Evacuación de Aguas Servidas en Población de 60 Viviendas, Comuna de Porvenir*. Valdivia.
- Ríos Agudelo, C. (2015). *Documentación e Implementación del Plan de Saneamiento Básico en el Centro de Producción de los Restaurantes Ay Caramba-So Happy*. Antioquia.
- Rosales Escalante Elías, (2008). *Tanques Sépticos Conceptos Teóricos Base Y Aplicaciones*. Cartago.
- Rotoplas Argentina (2016). *Manual de Instalación Biodigestor Rotoplas*. Buenos Aires. Obtenido de <http://www.proconsrl.com/pdfs/3.pdf>
- Tapia Idrovo, J. L. (2014). *Propuesta de Mejoramiento y Regulación de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado para la Ciudad de Santo Domingo*. Quito.
- Vásquez Bustamante O. (2017). *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Lima: Oscar Vásquez.

## ANEXOS

## Anexo 01:

CUADRO N° 17  
PERU: TASAS DE CRECIMIENTO GEOMETRICO MEDIO ANUAL  
SEGUN DEPARTAMENTOS, 1995-2015

DEPARTAMENTOS	1995-2000	2000-2005	2005-2010	2010-2015
PERU	1.7	1.6	1.5	1.3
COSTA				
Callao	2.6	2.3	2.1	1.8
Ica	1.7	1.5	1.3	1.2
La Libertad	1.8	1.7	1.5	1.3
Lambayeque	2.0	1.9	1.7	1.5
Lima	1.9	1.7	1.5	1.3
Moquegua	1.7	1.6	1.4	1.3
Piura	1.3	1.2	1.1	0.9
Tacna	3.0	2.7	2.4	2.1
Tumbes	2.8	2.6	2.3	2.0
SIERRA				
Ancash	1.0	0.9	0.8	0.7
Apurímac	0.9	1.0	1.0	1.0
Arequipa	1.8	1.7	1.5	1.3
Ayacucho	0.1	0.3	0.4	0.4
Cajamarca	1.2	1.2	1.1	0.9
Cusco	1.2	1.2	1.1	1.0
Huancavelica	0.9	1.0	0.9	0.9
Huánuco	2.0	1.8	1.7	1.6
Junín	1.2	1.2	1.0	0.9
Pasco	0.4	0.6	0.5	0.4
Puno	1.2	1.2	1.1	1.0
SELVA				
Amazonas	1.9	1.8	1.7	1.5
Loreto	2.5	2.2	2.0	1.9
Madre de Dios	3.3	2.9	2.6	2.3
San Martín	3.7	3.3	2.9	2.6
Ucayali	3.7	3.3	2.9	2.5

Tabla 21. Tasas de crecimiento anual según departamentos

Fuente: INEI, 2015

Calculo del caudal de la fuente agua

LECTURA	VOLUMEN (l)	T IEMPO (s)	CAUDAL (l/s)
1	20	38.0	0.53
2	20	37.3	0.54
3	20	38.1	0.52
4	20	37.8	0.53
5	20	37.3	0.54
<b>Promedio</b>			<b>0.53</b>

PARÁMETRO	UNIDAD	LMP DE EFLUENTES PARA VERTIDOS A CUERPOS DE AGUAS
Aceites y grasas	mg/L	20
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	10,000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	100
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	200
pH	unidad	6.5-8.5
Sólidos Totales en Suspensión	mL/L	150
Temperatura	°C	<35

**Figura 27. Límites Máximos Permisibles para los efluentes de PTAR**

Fuente: ministerio del ambiente, 2010

## Anexo 02

### Medición y Cálculo del Test de Percolación In Situ

CALICATA	HORA "i"	HORA "f"	LECTURA "i"	LECTURA "f"	DIFERENCIA DE MEDICIONES (cm)
1	18:00	18:30	60	65.4	5.4
	18:30	19:00	65.4	70.6	5.2
	19:00	19:30	60	65.4	5.4
	19:30	20:00	65.4	70.2	4.8
	20:00	20:30	70.2	74.8	4.6
	20:30	21:00	60	64.6	4.6
	21:00	21:30	64.6	68.8	4.2
	21:30	22:00	68.8	72.6	3.8

TIEMPO INFILTRACION PARA DESCENSO DE 1 cm= 7.9 min/cm

CALICATA	HORA "i"	HORA "f"	LECTURA "i"	LECTURA "f"	DIFERENCIA DE MEDICIONES (cm)
2	18:00	18:30	60	66.1	6.1
	18:30	19:00	66.1	72.2	6.1
	19:00	19:30	60	65.7	5.7
	19:30	20:00	65.7	71.2	5.5
	20:00	20:30	60	65.1	5.1
	20:30	21:00	65.1	70.3	5.2
	21:00	21:30	60	65	5
	21:30	22:00	65	69.5	4.5

TIEMPO INFILTRACION PARA DESCENSO DE 1 cm= 6.7 min/cm

CALICATA	HORA "i"	HORA "f"	LECTURA "i"	LECTURA "f"	DIFERENCIA DE MEDICIONES (cm)
3	18:00	18:30	60	66	6
	18:30	19:00	66	71.4	5.4
	19:00	19:30	60	65.3	5.3
	19:30	20:00	65.3	70.1	4.8
	20:00	20:30	60	64.7	4.7
	20:30	21:00	64.7	68.7	4
	21:00	21:30	68.7	72.7	4
	21:30	22:00	60	63.6	3.6

TIEMPO INFILTRACION PARA DESCENSO DE 1 cm= 8.3 min/cm

CALICATA	HORA "i"	HORA "f"	LECTURA "i"	LECTURA "f"	DIFERENCIA DE MEDICIONES (cm)
4	18:00	18:30	60	71.1	11.1
	18:30	19:00	60	69.9	9.9
	19:00	19:30	60	68.8	8.8
	19:30	20:00	60	67.9	7.9
	20:00	20:30	60	67.7	7.7
	20:30	21:00	60	65.6	5.6
	21:00	21:30	65.6	69.7	4.1
	21:30	22:00	69.7	73.6	3.9

TIEMPO INFILTRACION PARA DESCENSO DE 1 cm= 7.7 min/cm

CALICATA	HORA "i"	HORA "f"	LECTURA "i"	LECTURA "f"	DIFERENCIA DE MEDICIONES (cm)
5	18:00	18:30	60	70	10
	18:30	19:00	60	68.6	8.6
	19:00	19:30	60	66.4	6.4
	19:30	20:00	66.4	72.3	5.9
	20:00	20:30	60	65.2	5.2
	20:30	21:00	65.2	70	4.8
	21:00	21:30	60	64.9	4.9
	21:30	22:00	64.9	68	3.1

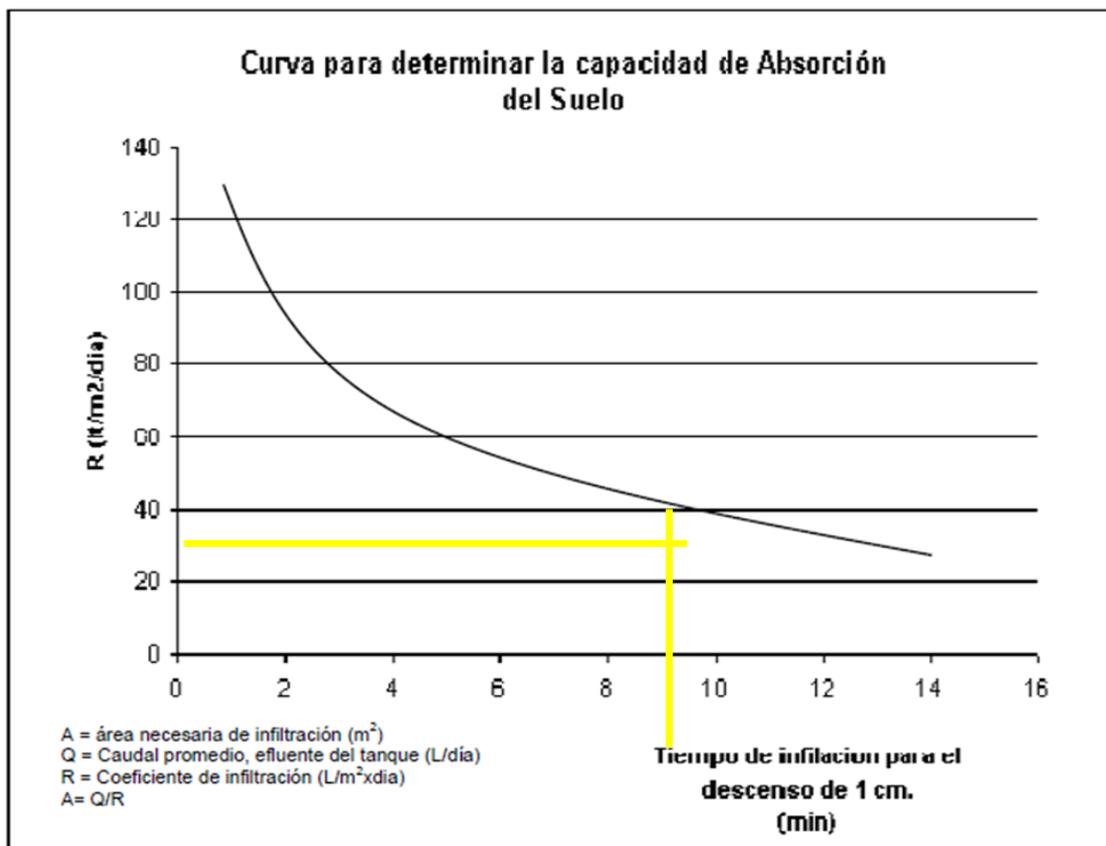
TIEMPO INFILTRACION PARA DESCENSO DE 1 cm= 9.7 min/cm

CALICATA	HORA "i"	HORA "f"	LECTURA "i"	LECTURA "f"	DIFERENCIA DE MEDICIONES (cm)
6	18:00	18:30	60	69.9	9.9
	18:30	19:00	60	69.1	9.1
	19:00	19:30	60	68.3	8.3
	19:30	20:00	60	67	7
	20:00	20:30	67	73.8	6.8
	20:30	21:00	60	65.9	5.9
	21:00	21:30	65.9	71.8	5.9
	21:30	22:00	60	64.2	4.1

TIEMPO INFILTRACION PARA DESCENSO DE 1 cm= 7.3 min/cm

PROMEDIO DE TIEMPO DE INFILTRACION DE 1cm = 7.93 min/cm

Con el dato del tiempo de infiltración de 7.9 minutos se va a la curva del siguiente gráfico 1 (fuente: Norma IS. 020 Tanques Sépticos) y se obtiene el valor de la capacidad de absorción del suelo (R)



Aplicando la fórmula de la curva del gráfico anterior y usando tiempo de infiltración promedio nos da **47,34 (L/m<sup>2</sup>)/día** del cálculo del test de percolación da como tiempo de percolación promedio para el descenso de 1cm. de **7.93 minutos** por lo que está calificado dentro de la norma como suelo apto para hacer uso del sistema de percolación (Norma IS. 020)

**TABLA1  
CLASIFICACIÓN DE LOS TERRENOS SEGÚN  
RESULTADOS DE PRUEBA DE PERCOLACIÓN**

Clase de Terreno	Tiempo de Infiltración para el descenso de 1 cm.
Rápidos	de 0 a 4 minutos
Medios	de 4 a 8 minutos
Lentos	de 8 a 12 minutos

### Anexo 3:

#### 1. Área de infiltración

El área útil del campo de infiltración será el mayor valor entre las áreas del fondo y de las paredes laterales, contabilizándolas desde la tubería hacia abajo. Para este cálculo usaremos la Norma IS-020 Tanques Sépticos; En consecuencia, el área de absorción se estima por medio de la siguiente relación:

$$A = Q / R$$

Donde:

A: área de absorción en (m<sup>2</sup>)

Q: caudal promedio, efluente del tanque séptico (L/día)

R: Coeficiente de infiltración (Lt/m<sup>2</sup>/día).

El coeficiente de infiltración lo obtenemos del resultado del test de percolación que dio como dato de 47 Lt/m<sup>2</sup>/día como tasa de infiltración.

Nuestro caudal por persona es de 80 l/día y consideramos una casa con 6 personas producirá (80 x 6)= 480 lt/día.

Reemplazando datos:

$$A = 480 / 47 \rightarrow \quad \mathbf{A = 10,21 \text{ m}^2}$$

Para el siguiente paso usaré como guía el libro “*Tanques Sépticos Conceptos Teóricos Base y Aplicaciones*”-2003 del Instituto Tecnológico de Costa Rica. El cual dice que el valor de área encontrado anteriormente debe ser afectado por otros factores siendo los más importantes:

- precipitación ( $F_p$ ) (mayor o igual a 2,5 para nuestro medio)
- el revestimiento superior ( $rc$ ) (0 con nada cubriendo en la superficie del terreno y casi 1 al cubrirse)

Entonces:

Superficie o área verde requerida  $A'c = A_i \times F_p$

$$A'c = 10,21 \times 2,5 = 25,53 \text{ m}^2$$

Superficie total del campo de infiltración:  $A_c = A'c / (1 - rc)$

$$\text{Con } rc = 0 \rightarrow A_c = 25,53 \text{ m}^2$$

## 2. Longitud de la zanja

Características de la sección transversal (éstas las define la persona que realiza los cálculos):

1. Se fija un valor para el ancho ( $W$ ) de la zanja.
2. Se fija una distancia ( $D$ ) de grava bajo el tubo de salida del efluente.
3. Se calcula el perímetro efectivo:  $Pe = 0,77 (W+56+2D) / (W+116)$ . Con  $W$  y  $D$  en centímetros (o se toma de tablas existentes).

Para este caso, fijando  $W=60$  cm y  $D= 50$  cm

$$Pe = 0,77 (60+56+100) / (60+116) = 0,77 (216) / (176) = 0,95 \text{ m}$$

Cálculo de la longitud total de las zanjas

$L_z = A / Pe \rightarrow L_z = 10,21 / 0,95 = 10,75 \text{ m}$  (La longitud máxima de cada zanja será de 30 m. Todo campo de percolación tendrá como mínimo dos zanjas.)

Entonces cada zanja medirá:  $10,75 / 2 \rightarrow 5,37 \text{ m}$ . este dato lo redondeamos y quedaría como longitud de cada zanja de **5,50 m**.

Separación entre zanjas, ancho de la superficie de infiltración

$L_s = A_c / L_z = 25,53 / 10,75 = 2.40 \text{ m}$  (El espaciamiento entre los ejes de cada zanja tendrá un valor mínimo de 2 metros) se cumple con este parámetro.

La superficie requerida de ese terreno para colocar el campo de infiltración debe ser al menos de  $10,10 \times 2,40 \text{ m} = 24,2 \text{ m}^2$ . Serán para el vertido de efluentes tratados. Debe tomarse en cuenta que en este dato no está el área requerida por el tanque séptico y ni por las reparaciones recomendadas a linderos de las estructuras de U.B.S.

La pendiente mínima de las zanjas será de 1,5 ‰ (1,5 por mil) y un valor máximo de 5 ‰ (5 por mil).

**Anexo 04:**

**PANEL FOTOGRÁFICO**



**Fotografía 4. Vista de una vivienda del Caserío de Huayabas**

Fuente: Elaboración propia



**Fotografía 5. Vista de sistema de piletas del Caserío de Huayabas**

Fuente: Elaboración propia



**Fotografía 6. Letrina de poblador en caserío Huayabas**

Fuente: elaboración propia



**Fotografía 7. Letrina de poblador en caserío Huayabas**

Fuente: elaboración propia



**Fotografía 8. Vista del interior de caja distribuidora de flujos**

Fuente: Elaboración propia



**Fotografía 9. Vista de biodigestor y caja de distribución de flujos**

Fuente: Elaboración propia



**Fotografía 10. Vista de un biodigestor instalado y su caja de lodos semiconstruida**

Fuente: Elaboración propia



**Fotografía 11. Excavación de calicata para test de percolación In Situ**

Fuente: Elaboración propia.



Fotografía 12. Saturación del suelo para test de percolación In Situ

Fuente: Elaboración propia.



Fotografía 13. Excavación de calicata para estudio de suelo.

Fuente: Elaboración propia.



Fotografía 14. Medición del caudal de la fuente de agua.

Fuente: Elaboración propia.

## **Anexo 05:**

### **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS “DISEÑO DEL SISTEMA DE SANEAMIENTO BÁSICO EN EL CASERÍO HUAYABAS - PARCOY”**

Son las especificaciones técnicas necesarias para todo el proceso constructivo es el conjunto de fases, sucesivas o traslapadas en el tiempo, necesarias para materializar un proyecto de infraestructura; en este caso cincuenta unidades básicas de saneamiento. A continuación se detalla el proceso constructivo a seguir:

#### **1. Actividades Preliminares**

Dentro de estas actividades se encuentran aquellas necesarias para empezar la ejecución de la obra, tales como: localización y replanteo, cerramiento, adecuación del terreno y descapote y nivelación del terreno.

Medida y pago: Metro cuadrado (m<sup>2</sup>).

##### **1.1. Limpieza Terreno Manual.**

La limpieza del terreno donde se ejecutara la obra eliminando basura, yerbas y tala de árboles.

Medida y pago: Metro cuadrado (m<sup>2</sup>).

##### **1.2 Trazo y Replanteo Preliminar**

El trazo será a nivel topográfico, planimétrico y altimétrico que son necesarios hacer para el replanteo del proyecto, eventuales ajustes al mismo, apoyo técnico permanente y control de resultados. Deberá primero replantearse una línea base que servirá como apoyo a todas las otras líneas que servirán de eje al trazado.

Medida y pago: Metro cuadrado (m<sup>2</sup>).

## **2. Movimientos de Tierras**

### **2.1 Excavación de Zanjas Para Cimientos y Sobre Cimientos.**

Excavación de 0.50 x 0.50 m. Se realizarán excavaciones a mano de 0.50 m de profundidad, por 0.50 m de ancho, los cuales se centrarán sobre los ejes trazados. Se realizará por método manual, cuidando de dejar el material excavado, para contribuir con el relleno.

Medida y pago: Metro cúbico (m<sup>3</sup>).

### **2.2 Excavación para Tanque Biodigestor**

Comprende la excavación del terreno para obtener el hoyo donde se dará la instalación del biodigestor y sus medidas se detallan en los planos, en este caso el trabajo puede ser hecho a mano.

Medida y pago: Metro cúbico (m<sup>3</sup>).

### **2.3 Relleno con Material Propio**

En esta especificación no se incluyen rellenos para filtros o drenajes que deben ser objeto de especificación particular. Se usará Material común obtenido generalmente de las excavaciones en el mismo sitio de la obra. No se debe colocar ningún relleno sobre terreno que no se haya descapotado. Si la compactación es manual o con equipo liviano se hará en capas de quince centímetros como máximo. Cuando se compacte a máquina, se exigirá compactación manual o con pisón neumático en los sitios estrechos y en los rincones a donde no llegue la máquina, hasta obtener la densidad exigida. La superficie final deberá quedar completamente nivelada y a las cotas determinadas por los planos.

Medida y pago: Metro cúbico (m<sup>3</sup>).

### 3. Concreto simple

#### 3.1 Concreto 1:10 + 30 % p.g. para cimientos corridos

Llevaran cimientos corridos los muros que se apoyen sobre el terreno. Serán de concreto ciclópeo – hormigón mezclados en proporción 1:10, el batido de estos materiales se hará utilizando mezcladora mecánica. Se agregara piedra grande rio, limpia en un volumen que no exceda de 30 % y con un tamaño máximo de 15 cm. De diámetro, el concreto podrá colocarse directamente en las excavaciones y encofrado cuando no exista la posibilidad de derrumbe.

Medida y pago: Metro cúbico (m<sup>3</sup>).

#### 3.2 Sobrecimiento de Concreto Ciclópeo 1:8 + 25 % Piedra TM 4”

Constituye la parte de la cimentación que se construya encima de los cimientos corridos y que sobresalen de la superficie de terreno natural para recibir los muros de albañilería.

Serán de concreto ciclópeo, cemento – hormigón, mezclados en proporción 1:8, el batido de estos materiales se hará utilizando mezcladora mecánica. Se agregara piedra grande de rio, limpia en un volumen que no exceda de 25% y con un tamaño máximo de 3” de diámetro.

Medida y pago: Metro cúbico (m<sup>3</sup>).

#### 3.3 Encofrado y Desencofado Normal Sobrecimiento Hasta 0.60 m

Se armara encofrado con madera sin cepillar y es espesor no menor de 1.5 cm, los encofrados llevan un barrote de refuerzo de 2” x 3” cada 0.50 mt. Se cuidara su verticalidad y nivelación del encofrado asi como que su construcción no sea deformable.

Medida y pago: Metro cuadrado (m<sup>2</sup>).

#### 3.4 Vereda Rígida de Concreto F´C = 140 Kg/cm<sup>2</sup>

Comprende la actividad necesaria para construcción de las veredas de concreto f´c = 140 Kg/cm<sup>2</sup> y de 10 cm de espesor como se indica en los planos.

Se realizará previo al vaciado el encofrado de acuerdo a la forma que se indiquen en los planos y de acuerdo con lo especificado en las normas de ACI-347-68. Para lo cual se empleará herramientas manuales como: serrucho, martillo, escuadra, nivel, plomada, etc.

Medida y pago: Metro cuadrado (m<sup>2</sup>).

#### **4. Concreto Armado**

Las especificaciones de este rubro corresponden a las estructuras de concreto armado, cuyo diseño figura en los planos del proyecto. Complementan estas especificaciones las notas de lo especificado en el reglamento nacional de edificaciones (E.060), en el reglamento del ACI (ACI 318-99) y las normas de concreto de la ASTM.

La utilización de las estructuras en concreto se hará de conformidad con los diseños y detalles mostrados en los planos (Anexo 1).

##### **4.1. Concreto en Columnas de 175 kg/cm<sup>2</sup>**

Se construirán utilizando concreto de 175 kg/cm, reforzado con acero de 4200 kg/cm<sup>2</sup>, 4 varillas de 1/2", los estribos serán cerrados se colocarán en varilla de 1/4" espaciados cada 20 cm; este elemento tendrá forma cuadrada y en las zonas donde se encuentre con otro elemento estructural o zonas adyacentes a los elementos horizontales los primeros seis estribos deben espaciarse cada 10 cm.

Medida y pago: Metro Cúbico (m<sup>3</sup>)

##### **4.2. Concreto en Viga de 175 kg/cm<sup>2</sup>**

Se construirán según el espesor del muro, con una altura de 20 cm utilizando concreto de 175 kg/cm<sup>2</sup>, reforzado con acero de 4200 kg/cm<sup>2</sup> (4 varillas de 3/8"), los estribos serán cerrados se colocarán en varilla de 1/4" espaciados cada 15 cm; este elemento tendrá forma cuadrada y en las zonas donde se encuentre con otro elemento estructural o zonas adyacentes a los elementos verticales los primeros seis estribos deben espaciarse cada 10 cm. La viga en general y principalmente en baños, puertas y ventanas debe quedar bien aplomada y nivelada.

Medida y pago: Metro Cúbico (m<sup>3</sup>)

## 5. Cobertura

### 5.1. Cobertura de Calamina

Es la colocación e instalación de cobertura de calamina galvanizada, con dimensiones de 1.80 x 0.85 m x 0.25 mm. La cubierta debe fijarse sobre las correas de madera de 2" x 2" y de la longitud establecida, con fijadores especiales y según especificaciones del fabricante. Los trabajos se ejecutarán según la ubicación, dimensionamiento y consideraciones indicadas en los planos del proyecto.

Medida y pago: Metro cuadrado (m<sup>2</sup>).

## 6. Instalaciones Sanitarias

### 6.1. Registro de aguas negras o caja de inspección.

Se colocará una caja de registro prefabricada de concreto simple con dimensiones de 0.20 x 0.50, esta caja va pañetada, la tapa tendrá dimensiones de 0.30 x 0.60 la cual va fundida en concreto de 175 kg/cm, reforzada con varillas de 3/8". De profundidad mínima de 30 cm.

Medida y pago: Unidad (Und)

### 6.2. Salida de desagüe en PVC 2" y 4"

La parte que se construirá con tubería PVC de 4", esta se limpiará antes de colocar y sus accesorios, se colocará un codo x 90° y se incluye una Yee de 4" x 2" en los puntos de lavatorio y ducha, en las uniones de los accesorios de la tubería se utilizará soldadura PVC.

En la tubería PVC de 2", esta se limpiará antes de colocar y sus accesorios, (ye, codo de 45° y/o codo de 90°), en los lugares que sea necesario por cada punto de éste tipo, en las uniones de los accesorios de la tubería se utilizará soldadura PVC.

Medida y pago: Unidad (Und)

### **6.3. Tubería sanitaria PVC de 4"**

Se colocará tubería de PVC de 4" tipo económica, se colocará desde la Ye 4" x 2" hasta la caja de inspección de alcantarillado. La tubería de 4" tiene un accesorio adicional para la conexión que es la una ye de 4" y un buje de 4" x 2". Se instalará después de colocar el relleno y previamente a la construcción de la plantilla.

Medida y pago: Metro (m).

### **6.4. Tubería sanitaria PVC de 2"**

Se colocará tubería de PVC de 2" en el tramo desde lavatorio y ventilación hasta la conexión a la tubería de 4" y en la ducha hasta la conexión de 4" del baño en donde conecta con un buje de 4" x 2". Se instalará después de colocar el relleno y previamente a la construcción de la plantilla.

Medida y pago: Metro (m).

### **6.5. Tubería de ventilación**

Comprende el suministro y colocación de los accesorios para la ventilación de todo el sistema de saneamiento, los accesorios a utilizar serán de PVC.

Medida y pago: Unidad (Und)

### **6.7 Biodigestor Autolimpiable 600 Litros**

Comprende la instalación del biodigestor de capacidad indicada en el respectivo dimensionamiento, con sus respectivos accesorios para poder dar en funcionamiento.

Verificar que la excavación sea la correcta, descender el biodigestor hasta el fono una vez excavado, se puede ayudar de una cuerda, el biodigestor debe quedar centrado y tener un espacio libre alrededor de 0,20 metros, confinar solo la parte conica con arena o con el terreno natural cernido, nivel el biodigestor, proceder a realizar las conexiones, ensamblar las tuberías de entrada y salidas con un cople de interconexión de tubería de plástico, ensamblar la valvula para extracción de

lodos y sellar con pegamento, luego llenar de agua hasta la altura por debajo de la valvula de lodos, antes compactar.

Medida y pago: Unidad (und).

## **7. Aparatos Sanitarios, Griferías y Accesorios**

Se colocarán sanitarios línea económica, con sus respectivos accesorios de instalación se utilizará manguera plástica.

### **7.1. Inodoro Tanque Bajo**

Inodoro de loza vitrificada de tanque bajo de 1.6 galones por descarga, entrada de ½” con brida para instalación, equipado con válvula manual, salida en el piso a 10” de la pared.

### **7.2. Lavatorio de Loza**

Se coloca un lavatorio de color blanco, con sus respectivos accesorios de instalación. Se utilizará manguera plástica.

### **7.3. Papelera de Loza Blanca**

De loza vitrificada blanca, de empotrar de 5” x 6”. Se colocara en los zócalos de la cerámica, en zonas cerca del inodoro.

### **7.4. Ducha Cromada**

Comprende el suministro de ducha cromada con todos sus accesorios y listo para su funcionamiento.

Medida y pago: Unidad (und).

## **8. Revoques enlucidos y molduras**

Consiste en la aplicación de morteros o pastas, en una o más capas sobre la superficie exterior o interior de muros y tabiques, columnas, vigas o estructuras en bruto, con el

fin de vestir y formar una superficie de protección y obtener un mejor aspecto en los mismos. Puede presentar capas lisas o ásperas.

### **8.1 Tarrajeo Mezcla C: A 1:5 e= 1.5 cm.**

Comprende todos aquellos revoques (tarrajeos) constituidos por una capa de mortero. Que tendrá los siguientes materiales:

- **Cemento**  
Se utilizara cemento portland tipo I, el cual deberá satisfacer las normas ITINTEC 334-009-71 para cementos Portland del Perú y/o las normas ASTM C-150, Tipo I.
- **Arena**  
En los revoques ha de cuidarse mucho la calidad de la arena, que no debe ser arcillosa sera arena lavada, limpia y bien graduada, clasificada uniformemente desde fina hasta gruesa, libre de materias orgánicas y salitrosas.

Medida y pago: Metro cuadrado (m<sup>2</sup>)

## **9. Pisos**

### **9.1. Falso Piso de 4" de Concreto 1:10**

Solado de concreto pobre, plano y nivelado de superficie rugosa, intermediario entre su base de piedras y otro piso. Sirve de base a otro piso ubicado en el interior de los ambientes a construirse.

- **Materiales**  
Cemento tipo ms y agregado de rio o cantera. Estos materiales cumplirán las condiciones indicadas en generalidades de concreto (ver especificaciones de estructura). En el agregado de rio para falso pisos, no deberá agregarse piedra independiente y las dimensiones máximas de las piedras del agregado serán iguales al espesor del falso piso menos una pulgada.

Medida y pago: Metro cuadrado (m<sup>2</sup>)

## **9.2. Piso de Cemento Pulido e= 2”**

Se construirá este tipo de piso en la vereda de los U.B.S.. El espesor del piso se establecerá al nivel terminado indicado en el proyecto.

BASE: mortero con mezcla 1:5.

TERMINADO: mortero con mezcla 1:1

ESPESOR= 0.5 cm.

Medida y pago: Metro cuadrado (m<sup>2</sup>)

## **10. Zanjas de Infiltración**

### **10.1. Obras Preliminares**

#### **10.1.1. Limpieza de Terreno Manual**

Se realizara la limpieza del terreno donde se ejecutara la obra eliminando basura, yerbas y tala de árboles si fuese necesario.

Medida y pago: Metro cuadrado (m<sup>2</sup>)

#### **10.1.2. Trazo y replanteo**

El trazo sera a nivel topográfico, planimétrico y altimétrico que son necesarios hacer para el replanteo del proyecto, eventuales ajustes del mismo, apoyo técnico permanente y control de resultados.

Medida y pago: Metro cuadrado (m<sup>2</sup>)

### **10.2. Movimientos de tierras**

#### **10.2.1. Excavación zanjas de infiltración**

Las excavaciones constituyen toda la remoción de todo el material de cualquier naturaleza, necesaria para preparar los espacios para el alojamiento de las cimentaciones de los solados y para la escalera.

Todas las excavaciones deberán efectuarse con los niveles de excavación y las dimensiones mostradas en los planos.

Medida y pago: Metro cúbico (m<sup>3</sup>)

### **10.2.2. Relleno con Material Propio Seleccionado**

El relleno de la zona de las zanjas. El material de relleno será el mismo producto de la excavación zarandeado. Colocar en la parte superficial de las zanjas en una capa de 20 cm de altura.

Medida y pago: Metro lineal (ML)

## **10.3. Suministros y Accesorios**

### **10.3.1. Relleno con Grava de 3" en Zanja de Infiltración**

El material de relleno será grava de 3" que se colocara en el fondo y hasta una altura de 60 cm. Cualquier cambio con respecto al tamaño máximo de la piedra debe tener la aprobación de la supervisión.

Medida y pago: Metro cúbico (m<sup>3</sup>)

### **10.3.2. Tubería de PVC SAL 2" Perforada Cada 0.30 M.**

Se colocará Tubería de PVC SAL 2" perforada cada 0.30 m. y cuyos orificios tendrán un diámetro de 15 mm. Esta tubería estará ubicada a 40 cm del fondo de la zanja y en su parte final se pondrá un tapón.

Medida y pago: Metro lineal (ML)

## **11. Instalaciones de Agua**

### **11.1. Red de Distribución Tubería de ½" PVC SAP**

Comprende el suministro y colocación de tuberías de distribución, la colocación de accesorios y todo el material necesario para la unión de los

tubos desde el lugar donde entran a un ambiente hasta su conexión con la red de alimentación.

Todas las tuberías internas para agua fría, serán de POLICLORURO DE VINILO (PVC), clase 10, tipo roscado, NTP ITINTEC 399.002, para una presión de trabajo de 150 lb/pulg<sup>2</sup>, las mismas que irán empotradas en piso o en muro.

Medida y pago: La unidad de medida es el metro (m). Y pago se efectuará de acuerdo al costo unitario y será valorizado según avance.

## 12. Instalaciones Eléctricas

Estas instalaciones tendrán Salida de Techo, Centro de Luz, Artefacto Sócate, Interruptor, Tub PVC Eléctrico. El suministro e instalación de materiales para la salida del alumbrado en techo se utilizará lo siguiente:

- Caja octogonal 100 mm x 55 mm mm F°G°
- Tubería flexible de 15 mm Ø
- Conductor de 2.5 mm<sup>2</sup>
- Conecto 15 mm Ø P
- Pegamento

Medida y pago: Punto (Pto)

## 13. Muro y Tabaquería de Albañilería

La ejecución de los muros interiores y tabiques, están conformados por paredes de ladrillo tipo King Kong 18 huecos de arcilla en aparejo de soga. Se construirá los muros y se pegarán con mortero 1:4 con arena fina lavada cernida en el tamiz No. 8 y deben quedar perfectamente aplomados y perpendiculares entre sí, se tendrá cuidado que los muros queden en perfecta traba en las uniones.

Medida y pago: Metros cuadrados (m<sup>2</sup>)

#### **14. Enchapes para Piso de Todo el Baño (Interior) y la Zona de la Ducha a 1,90 M de Altura**

Ejecución de enchapados con baldosín cerámico, de dimensiones 30 x 30 cm y color blanco, de acuerdo con los mostrados en los planos de construcción, sobre el revoque previamente preparado, en las áreas, alturas y longitudes indicadas en los planos. Para su ejecución se utilizará baldosín cerámico, pegándolos con pegamento para cerámica.

Medida y pago: Metro cuadrado (m<sup>2</sup>).

#### **15. Carpintería de Madera**

Este capítulo se refiere a la ejecución de puertas, muebles y otros elementos de carpintería de madera que en el plano se indica.

##### **15.1 Puerta contraplacada**

La unidad comprende el elemento en su integridad, es decir, incluye la hoja, jamba, jumbillos, etc., así como su colocación. La unidad también comprende la colocación de cerrajería.

Medida y pago: Unidad (und)

## Anexo 06: ENCUESTA SOCIOECONÓMICA

### A. INFORMACIÓN BÁSICA DE LA LOCALIDAD

Encuestador (a): \_\_\_\_\_  
 Fecha de Entrevista: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Hora \_\_\_\_\_  
 Departamento:                      Provincia:                      Distrito:  
 Dirección: \_\_\_\_\_  
 Persona Entrevistada (jefe del hogar): Padre ( )                      Madre ( )                      otro \_\_\_\_\_

### B. INFORMACIÓN SOBRE LA VIVIENDA

- 1.- Uso: Sólo vivienda ( )                      Vivienda y otra actividad productiva asociada ( )
- 2.- Tiempo que viven en la casa ..... año(s)                      ..... meses
- 3.- Tenencia de la vivienda  
     Propia ( )                      ¿Cuánto vale su Vivienda? .....
- Alquilada ( )                      ¿Cuánto paga al mes? S/. .....
- Alquiler Venta ( )                      ¿Cuánto paga al mes? S/. .....
- 4.- Material predominante en la casa  
     Adobe ( )                      Madera ( )                      Material noble ( )                      Quincha ( )
- Estera ( )                      Otro .....
- 5.- Posee energía eléctrica                      si ( )                      No ( )                      ¿Cuánto paga al mes? S/. .....
- 6.- Red de agua                      si ( )                      No ( )                      ¿Cuánto paga al mes? S/. .....
- 7.- Red de desagüe                      si ( )                      No ( )                      ¿Cuánto paga al mes? S/. .....
- 8.- Pozo séptico/Letrina/Otro                      si ( )                      No ( )
- 9.- Teléfono                      si ( )                      No ( )                      ¿Cuánto paga al mes? S/. .....
- 10.- Apreciaciones del Entrevistador
  - a. La vivienda pertenece al nivel económico:                      Alto( )                      Medio( )                      Bajo( )
  - b. La zona en que está ubicada la vivienda pertenece al nivel económico:  
     Alto ( )                      Medio ( )                      Bajo ( )

### C. INFORMACIÓN SOBRE LA FAMILIA

- 11.- ¿Cuántas personas habitan en la vivienda? \_\_\_\_\_
- 12.- ¿Cuántas familias viven en la vivienda? \_\_\_\_\_
- 13.- ¿Cuántos miembros tiene su familia? \_\_\_\_\_

Parentesco	Edad	Sexo	Grado de instrucción	¿Sabe leer y escribir?	¿Trabaja? (E/P)	¿A qué se dedica?
		F M				
		F M				

14.- ¿Número de personas de la familia que actualmente buscan empleo? \_\_\_\_\_

15.- ¿Cuántas personas trabajan en su familia? \_\_\_\_\_

16.- Detallar el salario de los integrantes de la vivienda

Pariente	Mensual
Abuelo(a) .....	_____
Padre .....	_____
Madre .....	_____
Hijo(a) .....	_____
Hijos mayores de 18 años .....	_____
Hijos menores de 18 años .....	_____
Pensión/ Jubilación	_____
Otros Ingresos. (rentas, giros, etc.)	_____
Total Mensual/Familia en Soles (S/.) .....	

17.- ¿Cuál es la distribución del gasto de la familia? Total anual/familiar

Gasto	Mes (S/.)
a. Energía eléctrica	
b. Agua y desagüe	
d. Teléfono	
c. Alimentos	
d. Transportes	
e. Salud	
f. Educación	
g. Combustible	
h. Vestimenta	
i. Vivienda (alquiler)	
j. Otros	
Total	

#### D. INFORMACIÓN SOBRE EL ABASTECIMIENTO DE AGUA

18. ¿Cuántos días a la semana dispone de agua potable? \_\_\_\_\_

19. ¿Cuántas horas por día dispone de agua? \_\_\_\_\_ Horario desde la ..... Hasta las .....

20. ¿Paga usted por el servicio de agua?: sí ( ) no ( ) Si es sí, pasar a la pregunta N° 22

21. Si es no, ¿Por qué?: \_\_\_\_\_ Luego ir a la pregunta N° 24

22. Si es si, el consumo de agua facturada en el último mes fue: (solicitar el último recibo)  
Cantidad Facturada (m<sup>3</sup>) \_\_\_\_\_ y el pago fue S/. \_\_\_\_\_ habitualmente cuanto paga al mes S/. \_\_\_\_\_ ¿Cuándo fue el último mes que pagó? \_\_\_\_\_.
23. Cree usted que lo que paga por el servicio de agua es: Bajo ( ) Justo ( ) Elevado ( )
24. La cantidad de agua que recibe es: suficiente ( ) insuficiente ( )
25. ¿Almacena usted el agua para el consumo de su familia? si ( ) no ( )  
Si es no, pasar a la pregunta N° 27.
26. ¿Cuántos litros cabe en el depósito donde almacena agua en su casa? \_\_\_\_\_ Litros

Recipientes	Cantidad	Capacidad del recipiente (litros)	Total en litros
Balde-lata			
Bidones			
Tinaja			
Cilindro – barril			
Tanque			
Otros			
Total			

27. La calidad del agua es: buena( ) mala( ) regular( )
28. ¿Con qué presión llega el agua a la vivienda? bajo ( ) suficiente( ) alto( )
29. ¿El agua llega limpia o turbia?:  
Limpia todo el año( ) Turbia por días( ) Turbia por meses( ) Turbia todo el año( )
30. ¿Está usted satisfecho con el servicio de agua? ¿Cómo lo calificaría?  
Bueno( ) Malo( ) Regular( )
31. ¿El agua antes de ser consumida le da algún tratamiento?:  
Ninguno( ) Hierve( ) Lejía( ) Otro \_\_\_\_\_
33. El agua que viene de la red pública la usa para:

1. Beber ( )	2. Preparar alimentos ( )	3. Lavar ropa ( )	4. Higiene personal ( )
5. Limpieza de la vivienda ( )	6. Regar la chacra ( )	7. Otros ( )	

33. ¿Se abastece de otra fuente?: si ( ) no ( ) Si es no, pasar a la pregunta N° 51
35. Si es si, ¿Cuál es la otra fuente?:
- a. Río/ Lago ( )                      b. Pileta pública ( )                      c. Camión Cisterna ( )  
d. Acequia ( )                      e. Manantial ( )                      f. Pozo ( )  
g. Vecino ( )                      h. Lluvia ( )                      i. Otro(especificar) \_\_\_\_\_
35. ¿Cuál es la distancia de la vivienda hasta la otra fuente de abastecimiento? \_\_\_\_\_ metros y ¿Qué tiempo se demora en ir y venir? \_\_\_\_\_ minutos.

36. ¿Cuántas veces al día acarrea? \_\_\_\_\_

37. ¿Quiénes acarrear el agua?

¿Cuánto los mayores de 18 años? \_\_\_\_\_ y ¿Cuánto los menores de 18 años? \_\_\_\_\_

40. Cada vez que acarrea, ¿cuántos viajes realiza?

¿Cuánto los mayores de 18 años? \_\_\_\_\_ y ¿Cuánto los menores de 18 años? \_\_\_\_\_

41. ¿Qué tipo de recipientes utiliza, cuál es su capacidad y si paga o no por el agua?

Envase	Capacidad de Envase (Litros)	Precio Pagado por Envase	No Paga
Balde			
Cilindro			
Tinaja			
Lata			
Bidones			
Otros			

40. ¿Cuántos recipientes carga por vez (por viaje)?

¿Cuánto los mayores de 18 años? \_\_\_\_\_ y ¿Cuánto los menores de 18 años? \_\_\_\_\_

41. ¿Cuál es la distancia de la vivienda hasta la otra fuente de abastecimiento? \_\_\_\_\_ metros y ¿Qué tiempo se demora en ir y venir? \_\_\_\_\_ minutos.

42. ¿Paga usted alguna cuota mensual por usar el agua de esta fuente?: si ( ) no ( )

Si es no, pasar a la pregunta N° 45

43. Si es si, ¿con qué frecuencia lo paga?: a. Diario( ) b. Semanal( ) c. Quincenal( )

d. Mensual( ) e. Otro \_\_\_\_\_

44. ¿Cuánto paga? \_\_\_\_\_

45. ¿En qué ocasiones se abastece de esta otra fuente?: a. permanentemente ( )

b. algunos días ( ) especificar \_\_\_\_\_

c. algunos meses ( ) especificar \_\_\_\_\_

46. ¿El agua que viene de esta fuente, antes de ser consumida le da algún tratamiento?:

Ninguno ( ) hierve ( ) lejía ( ) otro \_\_\_\_\_

47. El agua que trae de esta otra fuente la usa para:

1. Beber ( )	2. Preparar alimentos ( )	3. Lavar ropa ( )	4. Higiene personal ( )
5. Limpieza de la vivienda ( )	6. Regar la chacra ( )	7. Otros ( )	

48. Con esta otra fuente adicional, la cantidad de agua que dispone es: Suficiente( ) Insuficiente( )

49. Si se realizan obras para mejorar y/o ampliar el servicio de agua potable, ¿Cuanto pagaría por el buen servicio ( 24 horas del día, buena presión y buena calidad del agua)? S/. \_\_\_\_\_





76. ¿Qué organizaciones en la ciudad; realizan actividades de educación sobre higiene, salud o educación ambiental?

Organizaciones	Actividades que realizan en educación sobre higiene, salud, educación ambiental

76. ¿ Por qué cree que no existen organizaciones vecinales en su Barrio?

---



---

**H. CONCIENCIA AMBIENTAL**

80. ¿Cree usted que el agua escaseará algún día? Si ( ) No ( ) No sabe ( )

81. Cuando una persona arroja basura:  
Se contamina ( ) No se contamina ( ) No sabe/ No opina ( )

82. ¿Qué es el agua?  
La fuente de la vida( ) Sin el agua no se puede vivir( ) Me sirve para cocinar, lavar etc.( )  
Es solo agua ( ) No sabe( ) Otro( )