

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

**Sistema de saneamiento alternativo mediante
unidades básicas de saneamiento en el centro poblado
de San Miguel - Moya - Huancavelica**

Pamela Lucia Castro Luis
Paola Katherin Rojas Lazo

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Civil

Huancayo, 2021

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradecemos a la universidad Continental por habernos aceptado ser parte de ella y abierto las puertas de su seno científico para estudiar nuestra carrera profesional, así como también a los diferentes docentes que nos brindaron sus conocimientos y su apoyo para seguir adelante día a día.

Agradecemos a nuestro asesor de tesis: el Ing. Ángel Narcizo Aquino Fernández por habernos brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento científico, así como también habernos tenido toda la paciencia del mundo para guiarnos durante todo el desarrollo de la tesis.

DEDICATORIA

Lleno de regocijo, de amor y esperanza, dedico este proyecto, a cada uno de mis seres queridos, quienes han sido mis pilares para seguir adelante. Es para mí una gran satisfacción poder dedicarles a ellos, que con mucho esfuerzo, esmero y trabajo me lo he ganado.

A mi querido papito, que es la motivación de mi vida, mi orgullo de ser lo que soy, gracias por todo.

A mi adorada Charito, por su apoyo incondicional en este camino y la fé que siempre ha tenido en mí. A mis adorados hermanos y mi amado esposo, gracias a ellos por confiar siempre en mí.

De una manera muy especial: Gracias querida madrecita mía, mi Rosita esto es para ti, que sé que estas a mi lado viendo todos mis logros y cuidándome, por ti y para ti es este trabajo, GRACIAS MAMÁ 🌸

Pamela Lucia Castro Luís

La presente tesis está dedicada a Dios y a mis padres, ya que gracias a ellos he logrado concluir mi carrera por que siempre estuvieron a mi lado brindándome su apoyo y sus consejos para hacer de mí una mejor persona, a mi hijo Said por ser el motor y motivo de todos mis logros, a mi esposo por su apoyo incondicional y confianza, a mis hermanos por sus palabras y su compañía.

Paola Katherin Rojas Lazo

ÍNDICE DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTOS	I
DEDICATORIA.....	III
ÍNDICE DE CONTENIDOS	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
RESUMEN	IX
ABSTRACT	X
INTRODUCCIÓN	XI
CAPITULO I PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	12
1.1. Planteamiento del problema.....	12
1.2. Formulación del problema	13
1.2.1. Problema general:	13
1.2.2. Problemas específicos	13
1.3. Objetivos	14
1.3.1. Objetivo general	14
1.3.2. Objetivos específicos.....	14
1.4. Justificación e importancia	14
1.5. Limitaciones de la presente investigación	15
1.5.1. Territorial	15
1.5.2. Temporal	15
1.5.3. Conceptual	15
1.6 Hipótesis y descripción de variables	16
1.6.1. Hipótesis general.....	16
1.6.2. Hipótesis específica	16
1.6.3. Identificación de variables:	16
CAPITULO II MARCO TEÓRICO.....	22
2.1. Antecedentes de la investigación	22
2.1.1. Artículos científicos a nivel internacional	22
2.1.2. Tesis a nivel nacional	24
2.2. Bases teóricas.....	26
2.2.1. Saneamiento	26
2.3. Definición de términos básicos.....	31

CAPITULO III METODOLOGÍA.....	33
3.1. Enfoque de la investigación.....	33
3.2. Tipo de investigación.....	33
3.3. Nivel de investigación.....	33
3.4. Métodos de investigación.....	34
3.5. Diseño de investigación.....	34
3.6. Población y muestra.....	34
3.5.1. Población.....	34
3.5.2. Muestra.....	35
3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	35
3.7.1. Técnicas de recolección de datos.....	35
3.7.2. Instrumentos de recolección de datos.....	35
3.8. Especificación detallada del diseño no experimental de la investigación..	35
CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	70
4.1. Resultados.....	70
4.1.1. Características de infiltración del suelo, propiedades del suelo y dotación de agua.....	70
4.1.1.3. Dotación de agua.....	73
4.1.2. Elección de las alternativas viables de UBS.....	73
4.1.2.1. Diseño de cámaras composteras.....	75
4.1.2.2. Diseño de la unidad básica sanitaria de tanque séptico mejorado con zanja de infiltración.....	78
4.1.3. Comparación presupuestal entre opciones elegibles.....	84
4.2. Discusión de resultados.....	85
4.2.1. Características de infiltración del suelo, propiedades del suelo y dotación de agua.....	85
4.2.1.1. Infiltración de suelos.....	85
4.2.1.2. Propiedades del suelo.....	86
4.2.1.3. Dotación de agua.....	86
4.2.2. Elección de las alternativas disponibles de Unidades Básicas de Saneamiento.....	87
4.2.3. Comparación presupuestal de las opciones elegibles.....	88
4.3. Prueba de hipótesis.....	88
CONCLUSIONES.....	90

RECOMENDACIONES	92
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	93
ANEXOS	99

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Definición operacional del estudio de mecánica de suelos	17
Tabla 2. Definición operacional de la dotación de agua existente.....	18
Tabla 3. Definición operacional de los tipos de Unidades Básicas de Saneamiento	19
Tabla 4. Definición operacional del presupuesto de las opciones elegidas.....	20
Tabla 5. Vías de acceso y comunicación al centro poblado de San Miguel	38
Tabla 6. Cuadro de clasificación de suelos	42
Tabla 7. Constantes kT y θ para el DBO5.....	60
Tabla 8. Dotación de agua para UBS que utilizan arrastre hidráulico	62
Tabla 9. Volumen de tanques sépticos según tipo de zona y cantidad de usuarios.....	64
Tabla 10. Volumen de lodos a evacuar después de periodo de operación del tanque séptico	65
Tabla 11. Resultado promedio de las pruebas de percolación de suelos	70
Tabla 12. Análisis de tiempo versus altura de infiltración	71
Tabla 13. Velocidad de infiltración correspondiente a los pozos de ensayo del test de percolación	72
Tabla 14. Relación de BM's tomados para la exploración y estudio de mecánica de suelos.....	72
Tabla 15. Resumen de estudio de mecánica de suelos	73
Tabla 16. Parámetros según criterios de selección de Unidades Básicas de Saneamiento.....	74
Tabla 17. Opciones tecnológicas elegidas en función al algoritmo normado	74
Tabla 18. Parámetros para diseño de cámaras composteras	75
Tabla 19. Dimensiones de cámara compostera	76
Tabla 20. Dimensiones de cámara compostera	77
Tabla 21. Parámetros necesarios para el diseño del tanque séptico mejorado	79
Tabla 22. Dimensiones de pozas de percolación	84
Tabla 23. Análisis comparativo entre propuestas elegibles.....	84

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Segunda forma constructiva de pozo de infiltración	29
Figura 3. Vista y perfil de humedal de flujo subsuperficial.....	30
Figura 4. Diagrama de diseño de investigación.....	36
Figura 5. Ubicación y localización del departamento y región de Huancavelica	37
Figura 6. Ubicación y localización del distrito de Moya	37
Figura 7. Fotografía panorámica del centro poblado de San Miguel	38
Figura 8. Calicatas que se realizaron para poder extraer las muestras de suelos.	40
Figura 9. Material extraído de la calicata.....	40
Figura 10. Extracción de muestras de suelos de cada estrato encontrado	41
Figura 11. Calicata N°02	41
Figura 12. Selección de opción 1 de Unidad Básica de Saneamiento que no aprovecha arrastre hidráulico	48
Figura 13. Selección de opción 2 de Unidad Básica de Saneamiento que aprovecha arrastre hidráulico	49
Figura 14. Vista y perfil de humedal de flujo subsuperficial.....	59
Figura 15. Vista y perfil de zanja de infiltración	68
Figura 16. Determinación de la capacidad de absorción del suelo ensayado del centro poblado San Miguel.....	71
Figura 17. Vista panorámica del BM's tomados para la exploración y estudio de mecánica de suelo centro poblado de San Miguel.....	72
Figura 18. Comparación de consumo teórico de agua, de cada opción tecnológica	73
Figura 19. Vista en elevación del humedal artificial.....	78
Figura 20. Croquis para dimensionamiento de tanque séptico.....	81
Figura 21. Vista en elevación de UBS con tanque séptico mejorado y zanja de infiltración.....	84
Figura 22. Comparación presupuestal entre las alternativas seleccionadas	85

RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado: “Sistema de saneamiento alternativo mediante Unidades Básicas de Saneamiento en el centro poblado de San Miguel - Moya- Huancavelica” es una alternativa dentro de los sistemas de saneamiento existentes en nuestro territorio, dado que algunos de estos se adaptan mejor a la topografía y geografía de la zona; tal es así en este estudio se tiene como objetivo determinar las características de las Unidades Básicas de Saneamiento para solucionar los problemas del saneamiento del centro poblado de San Miguel

Asimismo, se consideró como hipótesis general: existe un sistema de UBS adecuado en el centro poblado de San Miguel. Por otro lado, la metodología que se aplicó fue el método científico, del tipo aplicada, del nivel explicativo y con un diseño no experimental.

En todo el proceso de la investigación, los estudios realizados de la mecánica de suelos, dotación de agua sirvieron para realizar el diseño considerando las indicaciones del Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento para la dotación del Saneamiento Básico Rural en poblaciones altoandinas.

Finalmente, se concluyó por la implementación de la Unidad Básica de Saneamiento con Compostera, debido a un presupuesto menor en un 24.73 % respecto a las Unidad Básica de Saneamiento usando Tanque Séptico Mejorado con Zanja de Infiltración.

Palabras clave: Unidad Básica de Saneamiento, compostera, zanja de infiltración, Bio-jardín, Tanque Séptico.

ABSTRACT

The present research work entitled: "Alternative sanitation system through Basic Sanitation Units in the town center of San Miguel - Moya- Huancavelica", is an alternative within the existing sanitation systems in our territory since some of these are adapted better to the topography and geography of the area; Such is the case, in this study the objective is to determine the characteristics of the Basic Sanitation Units to solve the sanitation problems of the town center of San Miguel. Likewise, it was considered as a general hypothesis: there is an adequate UBS system in the town center of San Miguel.

Likewise, the methodology that was applied was the scientific method, of the applied type, of the explanatory level and with a non-experimental design.

Throughout the research process, the studies carried out on the mechanics of soils, water supply served to carry out the design considering the indications of the Ministry of Housing, Construction and Sanitation for the provision of Basic Rural Sanitation in high Andean populations.

Finally, it was concluded by the implementation of the Basic Sanitation Unit with Composter due to a lower budget of 24.73% with respect to the Basic Sanitation Unit using Improved Septic Tank with Infiltration Trench.

Keywords: Basic Sanitation Unit, Composter, Infiltration ditch, Bio-garden, Septic Tank.

INTRODUCCIÓN

Una de las principales deficiencias que tiene el centro poblado de San Miguel, está relacionado al déficit de un sistema de saneamiento de desagüe eficiente basado en el sistema de saneamiento convencional de UBS de Hoyo Seco Ventilado, el cual no ha sido debidamente implementado por las condiciones precarias que presenta.

En razón a esto, la presente investigación permitirá determinar la UBS que mejor se ajuste a las condiciones propias que presenta el CP de San Miguel, para lo cual recurriremos al estudio de mecánica de suelo, evaluación de nivel freático del lugar y la normativa peruana, presentando el siguiente contenido:

En el capítulo I se describe de manera organizada y sistemática el planteamiento del estudio.

En el capítulo II aborda los aspectos teóricos, tomando como base inicial el estado de investigación sobre UBS desde el aspecto nacional e internacional.

El capítulo III considera el desarrollo metodológico utilizado en la investigación.

En el capítulo IV se muestra los resultados obtenidos según los objetivos planteados en la investigación.

Finalmente, en la última sección se abordan las conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos de la investigación.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento del problema

Se tiene de conocimiento que el Perú forma parte de un conjunto de países que tienen un déficit en infraestructura de saneamiento de agua y desagüe (COHRE 2008). Según cifras estimadas por la Junta Consultiva sobre Agua y Desagüe, del Secretario General de las Naciones Unidas, una parte significativa de la población peruana (SUNASS 2015) forma parte de los 2.5 billones de personas en el mundo que carecen de acceso a los servicios agua y desagüe (ONU 2011).

En la actualidad, uno de los problemas que afronta el centro poblado San Miguel, ubicado en el distrito de Moya, en la provincia y región de Huancavelica es la deficiencia del sistema de saneamiento de desagüe, ya que se utiliza letrinas de hoyo seco ventilado.

Por tal motivo, es importante encontrar el tipo de Unidad Básica de Saneamiento para los ciudadanos del centro poblado de San Miguel, porque se estima que más del 50 % de las viviendas cuentan con las letrinas en un pésimo estado de conservación.

El crecimiento de la población en el C.P. de San Miguel nos motiva a encontrar la Unidad Básica de Saneamiento más apropiada que solucione

los problemas de saneamiento. En la presente investigación, se ha demostrado que las letrinas actuales son un sistema de saneamiento no adecuado para la zona al no tener un estudio y diseño de ingeniería; en consecuencia, contribuye a la contaminación del suelo, olores desagradables, enfermedades parasitarias, infecciosas gastrointestinales entre otras enfermedades.

Por lo tanto, aplicando los principios y estudios de ingeniería tales como las características topográficas, estudios de la mecánica de suelos y dotación de agua del C.P. de San Miguel, se van a diseñar los sistemas de saneamiento alternativo seleccionados dentro de las Unidades Básicas de Saneamiento según la Norma Técnica Peruana “Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural”.

Finalmente, se tiene que comparar los presupuestos de las opciones alternativas elegidas como aptas para la seleccionar la mejor opción dentro de las Unidades Básicas de Saneamiento. Desde el aspecto social, se otorga el derecho a un saneamiento adecuado, problema que en la actualidad aún no se ha resuelto. Desde el aspecto práctico, la presente investigación tiene como finalidad proponer un sistema de saneamiento alternativo adecuado el cual se implementará y en el aspecto metodológico tiene como finalidad plantear una metodología sistemática e imparcial.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general:

- ¿Cuáles son las características de las UBS en el centro poblado de San Miguel – 2021?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuáles son las características de la infiltración del suelo, propiedades del suelo y dotación de agua del centro poblado de San Miguel – 2021?

-
- ¿Cuál es la implementación óptima de UBS para los ciudadanos del centro poblado de San Miguel – 2021?
 - ¿Cuál es el costo de las opciones elegibles de las Unidades Básicas de Saneamiento aplicables al centro poblado de San Miguel - 2021?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

- Determinar las características de las UBS en el centro poblado de San Miguel.

1.3.2. Objetivos específicos

- Describir las características de infiltración del suelo, propiedades del suelo y dotación de agua del centro poblado de San Miguel.
- Implementar el sistema de UBS según la NTP
- Comparar los presupuestos de las opciones alternativas elegidas como aptas dentro de las Unidades Básicas de Saneamiento diseñadas para seleccionar la mejor opción.

1.4. Justificación e importancia

Desde el aspecto práctico, se tiene como finalidad proponer un sistema de saneamiento alternativo adecuado, en el cual se analizan los factores que optimizan su implementación, los cuales incluyen análisis de datos de campo como estudio de mecánica de suelos y análisis de la percolación de los estratos comprometidos en el diseño del sistema seleccionado, con el fin de reducir de la contaminación del medio ambiente, mitigar, erradicar la proliferación y contagio de enfermedades.

Desde el aspecto social, se tiene como finalidad otorgarle el derecho a saneamiento adecuado, ya que hasta la actualidad el problema de saneamiento no se ha resuelto en el C.P. de San Miguel. y mejorar de esta manera la calidad de vida de la población beneficiaria.

El aspecto metodológico plantea una metodología sistemática e imparcial, que formula interrogantes, tiene objetivos y según estos se propone hipótesis.

con la finalidad de obtener un resultado acorde a los requerimientos de una investigación cuantificada, por lo tanto, asegura la contribución al campo en el que se desarrolla la presente investigación. Además,

queda como referencia para futuras investigaciones relacionadas al diseño, selección e impactos que se dan según el sistema de Unidad Básica de Saneamiento elegido en la presente investigación.

1.5. Limitaciones de la presente investigación

La principal limitación que se dio durante la realización de la presente investigación se debe a las restricciones planteadas por la crisis sanitaria mundial del virus SARS-CoV-2 (Covid-19). En ese sentido, las visitas a campo han sido limitadas; asimismo, las entrevistas personales no fueron realizadas, con el fin de prevenir o propagar contagios en la zona de estudio. Por otro lado en cuanto a la delimitación del tema de investigación, se ha planteado según los siguientes tres aspectos:

1.5.1. Territorial

La presente investigación tiene como lugar específico de estudio el CP de San Miguel del distrito de Moya, provincia y región de Huancavelica.

1.5.2. Temporal

La tesis ha sido realizada con los parámetros provistos por el contexto sanitario durante el primer semestre del año 2021.

1.5.3. Conceptual

El enfoque conceptual de la presente investigación ha seguido el siguiente orden: en primer lugar, se tomó en cuenta el enfoque de un tema general a un concepto en específico, segundo ha sido delimitado en función

al saneamiento de desagüe; a continuación, se delimitó la aplicación de sistemas alternativos de saneamiento de desagüe; y, finalmente, se contempló la aplicación de Unidades Básicas de Saneamiento como sistema alternativo.

1.6 Hipótesis y descripción de variables

1.6.1. Hipótesis general

La característica de las UBS en el centro poblado de San Miguel mejora significativamente la disposición final de las aguas negras y excretas.

1.6.2. Hipótesis específica

- Las características de infiltración del suelo, propiedades del suelo y dotación de agua del centro poblado de San Miguel influyen significativamente en las UBS
- La implementación de las UBS fundamentados en la NTP influye significativamente en la disposición de las aguas negras y excretas.
- Los costos de las opciones elegibles influyen significativamente en la selección final de la UBS.

1.6.3. Identificación de variables:

La presente investigación al ser un diseño no experimental sólo utiliza la variable dependiente, la cual nos permitirá desarrollar la investigación, pero sin manipular deliberadamente:

- Estudio de mecánica de suelos
- Dotación de agua existente
- Análisis de percolación de suelos

Tabla 1. Definición operacional del estudio de mecánica de suelos

Variables	Dimensiones	Indicadores	Sub índices	Unidades	Instrumento de medición	Fuente
Estudio de mecánica de suelos	Clasificación SUCS de los Suelos.	Suelo fino		Adim.	Estudio de Mecánica de Suelos	-Norma técnica ASTM D2487 (1)
		Suelo grueso				-Norma Técnica Peruana NTP 339.134:1999
		Suelo orgánico				-Datos in Situ
	Análisis de Percolación de Suelos	Tiempo de infiltración			Cm/min	Regla
Velocidad característica de infiltración					Cronómetro	Datos in Situ
Coeficiente de Infiltración					Norma Técnica IS.020	
Nivel Freático		Profundidad de nivel freático			Estudio de Mecánica de Suelos	Datos in Situ

Tabla 2. Definición operacional de la dotación de agua existente

Variables	Dimensiones	Indicadores	Sub índices	Unidades	Instrumento de medición	Fuente
Dotación de agua existente		Límites de dotación de agua diaria por habitante según el uso del agua			Referenciación bibliográfica	Fuentes Bibliográficas que contemplan la dotación de agua de la zona.
	Dotación de agua del centro Poblado de San Miguel para considerar UBS sin arrastre hidráulico	Región costa	60	$l. d^{-1}.hab^{-1}$	Norma OS.10	
		Región sierra	50	$l. d^{-1}.hab^{-1}$		
		Región selva	70	$l. d^{-1}.hab^{-1}$		
	Dotación de agua del centro Poblado de San Miguel para considerar UBS sin arrastre hidráulico	Región costa	100			
		Región sierra	80	$l. d^{-1}.hab^{-1}$		
		Región selva	90	$l. d^{-1}.hab$		
				$l. d^{-1}.hab^{-1}$		

Tabla 3. Definición operacional de los tipos de Unidades Básicas de Saneamiento

Variables	Dimensiones	Indicadores	Sub índices	Unidades	Instrumento de medición	Fuente
Tipos de Unidad Básica de Saneamiento	UBS-Hoyo Seco Ventilado (UBS-HSV)	Disponibilidad de agua para consumo,			Según Norma Técnica: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural (MVCS 2018).	
	UBS-Cámara Compostera (UBS-COM)	Nivel freático Agua de pozos para consumo				
	UBS- adaptado a Zona Inundable (ZI)	Zona de inundación Suelo expansivo				
	UBS- Tanque Séptico Mejorado (TSM)	Dureza de excavación Contenido de fisuras en el suelo Permeabilidad del suelo Vaciado del depósito de excretas Utilización de residuos fecales Disponibilidad de papel blando Costo y tecnología de mantenimiento Aceptación social de la solución	Según corresponde	Según corresponde		

Tabla 4. Definición operacional del presupuesto de las opciones elegidas

Variables	Dimensiones	Indicadores	Sub índices	Unidades	Instrumento de medición	Fuente
Presupuesto de Opciones elegidas	Metrados	Correspondiente al metrados de la totalidad de insumos para la realización de la opción elegida			Según las alternativas diseñadas dentro del capítulo de resultados de la presente investigación.	
	Análisis de Costos Unitarios	Según costos actualizados al año 2021 tomados de CAPECO.				

VENTAJAS Y DESVENTAJAS		
Nivel	Letrina de hoyo seco ventilado	UBS de arrastre hidráulico con biodigestor
SOCIAL	<p>Menor demanda y bajo nivel de aceptación.</p> <p>Menor seguridad para su uso y dificultad para su mantenimiento.</p> <p>No beneficia a la salud y aumenta la tasa de enfermedades diarreicas.</p> <p>Aumenta la contaminación del niño al no lavarse las manos.</p> <p>No brinda un servicio digno.</p>	<p>Mayor demanda y alto nivel de aceptación.</p> <p>Mayor seguridad para su uso y facilidad de mantener y operar.</p> <p>Mejora los hábitos de higiene con una adecuada disposición de excretas y reduciendo la tasa de EDA'S.</p> <p>Por estar ubicada próxima al lavatorio favorece la práctica del lavado de manos.</p> <p>Brinda un servicio parecido al existente en zonas urbanas dando a los beneficiarios una percepción de mayor estatus y práctica de higiene.</p>
	ECONÓMICO	<p>Sus costos varían dependiendo de los materiales de construcción que utilice, pero son más bajas que otras letrinas.</p> <p>La duración de la estructura es de 4 años.</p>
TÉCNICO		<p>Ubicación de la letrina fuera y a mayor distancia de la vivienda causando incomfortabilidad por la lejanía. Es necesario reubicar la caseta cuando el pozo se llena.</p> <p>No requiere de agua.</p> <p>La tecnología de construcción es muy sencilla.</p>
	AMBIENTAL	<p>Genera olores desagradables y presencia de insectos.</p> <p>Existe el riesgo de contaminación del suelo superficial debido a las fuerzas capilares que existe en los micros poros del suelo del efluente de las letrinas o desechos sólidos mezclados con agua pluvial que puedan subir hasta la superficie del suelo.</p> <p>Insostenibilidad con el tiempo.</p> <p>Trata las heces con la ayuda de la naturaleza, para la descomposición se usa guano de animales. Las heces descompuestas quedan en ese hoyo por tiempo indeterminado.</p>

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Artículos científicos a nivel internacional

a) Artículo científico titulado: “*Assessing the costs of on-site sanitation facilities*”.

Este estudio plantea identificar por qué el costo de construcción de las letrinas en hoyo seco es comparativamente hablando más caras en África sub-sahariana que en Asia. Asimismo, plantea la investigación de fuentes científicas fidedignas para que, a partir de la búsqueda bibliográfica, delimitación del objeto de comparación, así como delimitación de los materiales que el objeto de comparación utiliza; con la finalidad de analizar los datos recolectados y expresar los resultados obtenidos a través de un modelo estandarizado de estimación de costos. Finalmente, los resultados dan a conocer que, en efecto, el costo de un mismo y específico tipo de Unidad Básica de Saneamiento en la zona de África sub-sahariana llega a ser hasta 3 veces mayor que el que se presente en Asia. En cuanto a las conclusiones, se afirma que la disposición de materiales que se dispone a usar en África es más caro principalmente porque se trata de construcciones que se imitan y realizan de la misma manera que se realiza en Asia, por lo cual los materiales, procesos constructivos, parámetros de diseño, no son tomados en cuenta según la zona donde se realizara la construcción en el territorio africano. El autor, finalmente sugiere que el diseño de las UBS debe estar enfocado y diseñado según las condiciones que la zona requiere, así como también recomienda utilizar los materiales propios de la zona. (2)

b) Artículo científico titulado: "*Ghana's post-mdfs, sanitation situation: an overview*". Esta investigación analiza los logros alcanzados propuestos por los Objetivos de desarrollo del milenio en el aspecto sanitario. Y, específicamente centra su atención en por qué este último no ha logrado cumplirse en el contexto del país de Ghana. El estudio plantea una red metodológica de 8 partes, partiendo por el método presentado por Collins (2005), que inicia en la definición del contexto, luego analiza el estado actual del problema, análisis de evidencias, considera distintos enfoques del problema, especifica y analiza los resultados, aplica los criterios de evaluación, compara veredictos y finalmente establece como resultado una decisión. Los resultados del estudio muestran que las principales causas del poco avance que se dio en el ámbito sanitario se debían principalmente a los aspectos ligados directamente a las políticas del gobierno que deterioro la economía, genero insatisfacción social e incluso se presenta que la malversación de fondos es una causa del porque no se ha podido alcanzar la meta. Por otro lado, como conclusión se da a conocer que desde la fundación de instancias e instituciones del gobierno específicamente dedicadas a temas sobre recursos hídricos y media ambiente, se ha mostrado un avance mucho mayor en el aspecto sanitario del país, comparado con el que había previo a la existencia de estas instituciones.

(3)

c) Estudio científico titulado: "*Early live-prototype testing of a low-cost latrine technology for rural and peri urban communities: the case of a modified pour-flush latrine*". El objetivo de esta investigación es proponer el uso de tecnología más adaptada a las condiciones económicas de la zona rural y de pobreza extrema en Ghana, en este sentido diseña un prototipo de fácil acceso económico, especializado y específico para las condiciones socio económicas del área rural donde se plantea implementar la Unidad Básica de Saneamiento de polietileno de alta densidad (HDPE, por sus siglas en ingles). Este estudio plantea un sistema tradicional de investigación con énfasis en la comparación del precio entre otras tecnologías aplicadas a la zona de trabajo, asimismo, emplea el uso de encuestas para analizar el

grado de aceptación de la tecnología que se propone. Finalmente, se utilizó análisis de laboratorio para determinar el grado de eficiencia de esta tecnología en cuanto a la reducción de contaminantes e impacto ambiental. Los resultados producto de la presente investigación arrojaron que el sistema propuesto es en efecto un sistema de menor costo que los sistemas convencionales. Asimismo, se obtiene con los ensayos de laboratorio que la reducción de contaminantes se reduce considerablemente, y finalmente se obtiene como resultado de la información de los resultados que la población involucrada está dispuesta a utilizar y emplear este sistema de Unidad Básica de Saneamiento. (4)

2.1.2. Tesis a nivel nacional

a) Tesis titulada: *“Determinación del grado de sostenibilidad de las unidades básicas de saneamiento de arrastre hidráulico con pozo séptico y con biodigestor del distrito de Huancahuanca- Angaraes- Huancavelica”*. Este estudio presenta el resultado de evaluar el grado de sostenibilidad, según las condiciones provistas por el lugar de implementación, de las unidades básicas de saneamiento que utilizan pozo séptico y con biodigestor en distrito de Huanca Huanca. Este estudio se consideró la metodología basada en la del SIRAS (Sistema de Información Regional en Agua y Saneamiento) para determinar el grado de sostenibilidad de las muestras tomadas en el campo. En este sentido, se realizó el muestreo en 25 UBS con arrastre hidráulico y biodigestor; y, por otro lado, se analizó 3 muestras de UBS con arrastre hidráulico y tanque séptico. El resultado del análisis según la metodología planteada da a conocer que las UBS planteada en esta investigación dan resultados positivos de sostenibilidad, por lo cual da a conocer mediante este estudio que estos sistemas en efecto son sistemas sostenibles. (5)

b) Tesis titulada: *“Estudio comparativo de las unidades básicas de saneamiento de arrastre hidráulico con biodigestor y sanitario ecológico seco en el caserío de Retambo, distrito de Quiruvilca, Santiago de Chuco”*. Este estudio considera el costo y tiempo de ejecución para una obra de saneamiento entre dos alternativas de saneamiento alternativo, para luego presentar el

sistema elegido, según las variables presentadas por los estudios de mecánica de suelos, estudios de percolación y aspectos topográficos. Para el presente ensayo la investigación según su finalidad es de carácter aplicado, pues analiza los resultados producto de la revisión de la bibliografía, análisis de diseño y finalmente, utiliza como medio de comparación el aspecto económico del lugar donde se planea implementar la tecnología. Se presenta el resultado de la elección entre las dos alternativas disponibles, a la par de los planos, metrados, y por último se presenta el presupuesto requerido para concretar las alternativas. Con lo cual se estima una inversión de S/727,786.13 para la ejecución de 46 UBS con arrastre hidráulico y biodigestor. en un plazo de 60 días: en tanto que para la UBS compostera con humedal, el monto de inversión es de S/1,638.952.48 para 46 unidades en un periodo de tiempo de 90 días. (6)

c) Tesis titulada: “*Sistema de saneamiento del anexo de Ccahuanamarca del distrito de Colta, provincia de Paucar del Sara Sara - Ayacucho*”. El estudio tiene como objetivo plantear, diseñar, y planificar la ejecución de una UBS específica para las condiciones que plantea la localidad donde se planea realizar la investigación. El estudio analizó los factores propios del contexto, con la finalidad de proponer y formular el problema. Una vez establecido, se plantea la revisión bibliográfica con la finalidad de conocer los criterios de selección y diseño de la UBS más adaptable a las condiciones que presenta el lugar de estudio. Presente como resultado, la alternativa de UBS más adaptable según el entorno y los criterios de diseño, asimismo se elaboró el diseño de la opción elegida, los planos, metrados. Con un presupuesto estimado en S/ 803,038.53 para la construcción de unidades básicas de saneamiento en la localidad de Ccahuanamarca. (7)

d) Tesis titulada: “*Estudio de suelos para la determinación de la unidad básica de saneamiento en la localidad de barrio florido - distrito de Punchana-Loreto*”. Este estudio busca determinar la clasificación del estudio de mecánica de suelos, para a través de este diseñar según corresponde el tipo de Unidad Básica de Saneamiento que mejor se adapte a las condiciones del suelo. Este estudio es de tipo experimental, pues toma datos de campo

para luego analizarlos, y asignar según el criterio basado en la bibliografía. Una vez realizado este objetivo, se asigna a cada tipo de suelo una UBS específica a las condiciones del terreno. El estudio arroja como resultado que, para suelos arcillosos de alta plasticidad, con capacidad de infiltración lenta, nivel freático superficial se propone aplicar UBS's de doble cámara compostera elevada. En tanto, que para zona con presencia de suelo arena- limoso, con capacidad de infiltración media y nivel freático profundo sugiere construir UBS's de Arrastre Hidráulico con Biodigestor. (8)

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Saneamiento

Planteado en función a la Norma Técnica Peruana “Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural”.

2.2.1.1. Saneamiento básico

Es el término que se refiere al saneamiento en sus aspectos más básicos, es decir contempla únicamente las partes esenciales del saneamiento que son: la eliminación higiénica de los residuos excretales y de las aguas residuales con la finalidad de crear un ambiente limpio de estos residuos; y, sano en el sentido de que se evita la proliferación de plagas y enfermedades gastrointestinales. (9)

2.2.1.2. Saneamiento convencional

El término se refiere a los sistemas que emplean como parte principal de sus componentes el sistema de alcantarilla convencional como medio de recopilación y transporte de las aguas producto de las precipitaciones y aguas de desechos residuales de uso doméstico e industrial hasta los lugares de disposición de estos. (10)

2.2.1.3. Unidades básicas de saneamiento

De acuerdo al Ministerio de Construcción, Saneamiento y Vivienda (2018), son un sistema de saneamiento de alcance menor al saneamiento

convencional, que consta de un sistema de saneamiento a escala para un grupo reducido de personas.

a) Sistemas sin arrastre hidráulico

Son UBS que no requieren el uso de agua para poder disponer de los desechos excretales vertidos sobre sus sistemas de almacenamiento, por lo cual no consideran como parte de su diseño sistemas de disposición de aguas grises o tratamiento de aguas residuales complementarios.

•UBS-HSV: Hoyo seco ventilado

Es un sistema que almacena los residuos excretales en un agujero situado bajo el aparato sanitario específico para este propósito. Cuenta con dos casetas, por un lado, una específicamente para los aparatos sanitarios de aseo personal e instalaciones para lavadero multipropósito. Y, por otro lado, una de carácter reubicable con el propósito de reubicar el aparato sanitario exclusivo que se instala sobre el agujero de depósito de excretas, en razón de que este requiere una nueva ubicación una vez alcanza su máxima capacidad de almacenamiento. (11)

•UBS-COM: Compostera de doble cámara

Este sistema no requiere el uso de agua para su funcionamiento y disposición de excretas, por lo cual su instalación es conveniente en ubicaciones geográficas que no puedan suplir el agua destinada al servicio de saneamiento de desagüe. Adicionalmente, por un lado, este sistema permite el aprovechamiento de los restos sólidos depositados en sus pozas de depósito de excretas con uso destinado al mejoramiento agrícola de suelos; y, por otro lado, permite la separación de la orina mediante un aparato sanitaria especializado que separa esta de las heces, con lo cual deriva este componente a un complemento tecnológico de disposición de desechos, el cual puede estar compuesto por pozas de absorción o zanjas de infiltración

•UBS-ZIN: Compostera para zona inundable

Esta tecnología de UBS es comparable con el sistema de las UBS-COM, en el sentido de que ambas utilizan la separación de los líquidos y sólidos

generados por las excretas y aguas grises en general. Sin embargo, la principal característica de este sistema es que el material que compone las cámaras de depósito o compostaje están diseñadas para soportar condiciones de inundación debido a que este permite el aislamiento del contenido interior de estos depósitos respecto al exterior, asegurando que no exista filtración de líquido del exterior hacia el interior y viceversa.

b) Sistemas con arrastre hidráulico.

•UBS-TSM: Tanque séptico mejorado

Esta opción tecnológica se diferencia del primer grupo en que esta contempla el uso de agua para su operación, mantenimiento y disposición de excretas. En ese sentido, las conexiones, aparatos sanitarios e instalaciones sanitarias están debidamente conectadas una red integrada de desagüe dentro de la zona de influencia de la UBS-TSM. Por otra parte, la particularidad de este sistema es que mediante un proceso de degradación en el tiempo convierte los sólidos decantados en el fondo del tanque séptico en residuos líquidos. Los cuales pueden ser dispuestos directamente como agua residual pretratada, o ser tratada para un menor impacto ambiental mediante una opción de disposición complementaria de aguas residuales.

2.2.1.4. Sistemas complementarios para disposición y tratamiento de aguas residuales

Los sistemas complementarios adjuntos a continuación dependen principalmente de los resultados derivados del Test de Percolación (El Peruano 2006). Y, se dividen en 2 tipos (MVCS 2018), uno realiza el desecho de las aguas grises mediante la infiltración a los estratos inferiores del suelo; y, el otro realiza el tratamiento de aguas residuales comparativo a un tratamiento secundaria de aguas residuales mediante la implementación de la tecnología de humedales artificiales o humedales construidos para su posterior disposición. (12)

•Zona de infiltración

Este complemento realiza el desecho de las aguas grises generadas por el uso doméstico a través de la infiltración de estos desechos en los estratos de suelo circundantes a las estructuras de infiltración. Por lo cual, su uso esta estrictamente ligado a los resultados provistos por el Test de Percolación normado según la IS.020 (El Peruano, 2006). Existen dos formas de realizar la infiltración de aguas residuales en zonas rurales, establecidas según la normativa peruana (MVSC, 2018), y son elegibles según la disposición de espacios con los que se cuenta para su implementación, así como a la clasificación del terreno según la velocidad de infiltración.

•**Pozo de absorción**

Este complemento de infiltración se caracteriza porque su profundidad es mayor comparativamente a sus otras dimensiones.

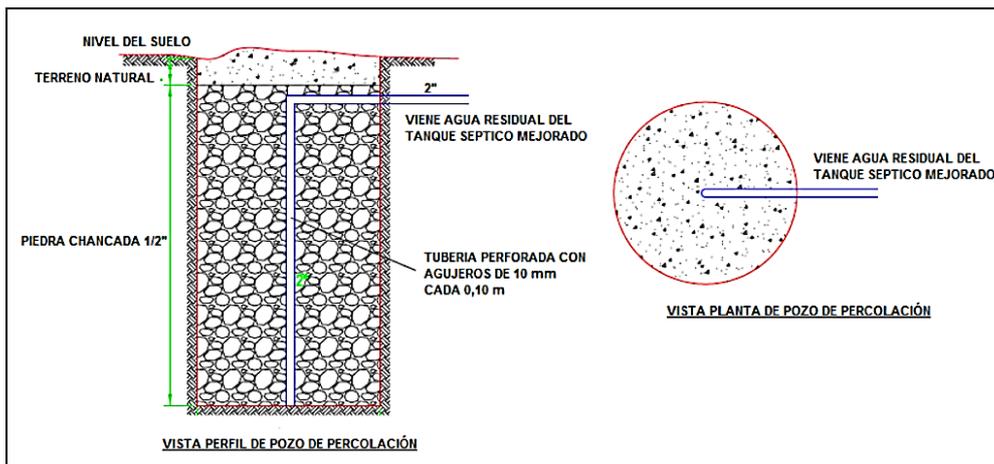


Figura 1. Segunda forma constructiva de pozo de infiltración
Tomado de MVCS, 2018 (13)

•**Zanja de percolación**

Esta opción de complemento que aprovecha la infiltración de aguas grises en los suelos, a diferencia de los pozos de infiltración, tiene su largo como dimensión mayor respecto a sus otras dimensiones.

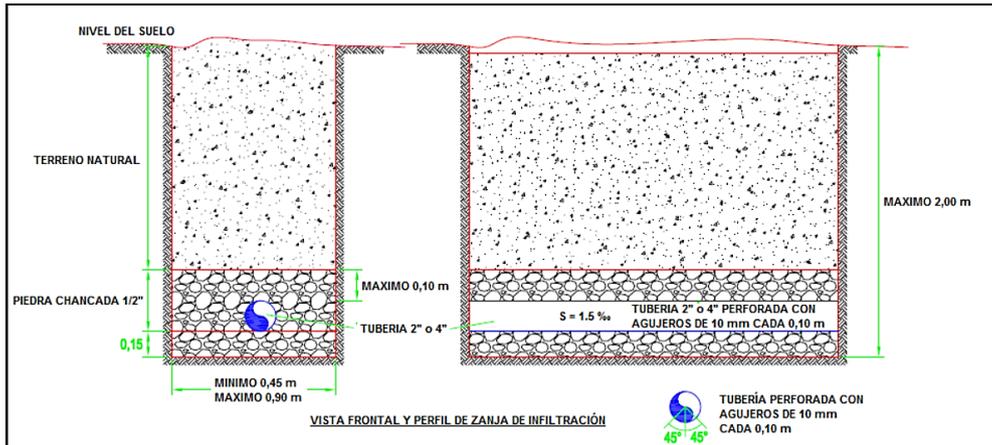


Figura 0. Vista y perfil de zanja de infiltración
Tomado de MVCS, 2018 (13)

• Tratamiento de aguas residuales complementarios

Este complemento para la UBS se caracteriza porque realiza el tratamiento secundario de las aguas residuales del efluente, de manera que los resultados del impacto ambiental que genera el agua del afluente no son un factor de contaminación en los cuerpos de agua a los que son derivados, e incluso, el afluente puede ser reutilizado en la agricultura.

• Humedales artificiales de flujo subsuperficial.

Es un sistema de tratamiento de aguas residuales que consiste en la descomposición de los contaminantes mediante procesos biológicos realizados por las plantas que crecen un lecho de agua de baja profundidad denominados como humedales construidos (14)

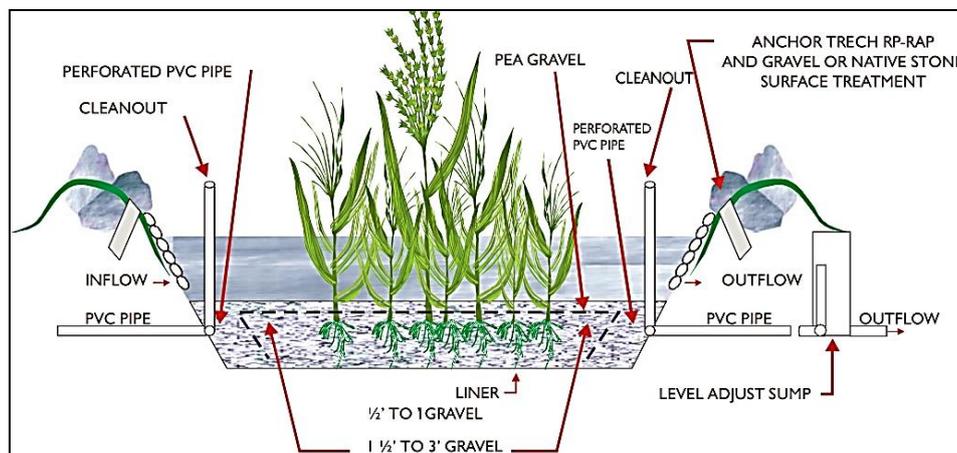


Figura 2. Vista y perfil de humedal de flujo subsuperficial

2.3. Definición de términos básicos

- **Saneamiento in situ húmedo.** Este tipo de saneamiento aprovecha la disponibilidad de agua para poder realizar la disposición de excretas, así como de aguas residuales.
- **Saneamiento in situ seco.** Es un tipo de saneamiento de uso rudimentario ya que en su mayoría consta de letrinas de hoyo seco. Sin embargo, a la actualidad se viene implementando el desarrollo de tecnología que mediante la instalación de letrinas de hoyo seco incluyen, cámaras composteras, letrinas de hoyo seco ventilado, y afines.
- **Letrina.** Es una estructura que puede estar compuesta por albañilería, carpintería de madera, carpintería metálica o una mixtura de estos. Esta tiene la función de brindar un espacio para la evacuación, disposición, y separación del ambiente exterior de los residuos fecales y orina. (15)
- **Arrastre hidráulico.** Es la expresión que adjunta al sistema de saneamiento expresa la acción de limpieza de los aparatos sanitarios, y componentes del sistema de saneamiento en general, mediante el uso de agua.
- **Percolación.** Es el término que explica el flujo de un líquido en dirección de la gravedad a través de un medio filtrante. El término explica asimismo el llenado o no de los poros del medio filtrante.
- **Lodos.** Son los sólidos resultados del proceso sedimentación o procesos similares que se realizan sobre el total de aguas residuales que disponen los diferentes sistemas de saneamiento. (16)
- **Enfermedades diarreicas agudas.** Las enfermedades diarreicas agudas o EDA por sus siglas en español son enfermedades del tracto intestinal que se caracterizan por el colapso del sistema digestiva y excretor causando en quien lo padece deposiciones líquidas en más de 3 ocasiones al día.

•**Saneamiento sostenible.** Es un enfoque que adiciona a los sistemas de saneamiento el concepto de sostenibilidad. En este sentido, implementa desde su planeamiento las consideraciones medioambientales para la disposición de aguas residuales, asimismo considera la disposición de la excreta como un recurso para su aprovechamiento. (17)

Hoyo seco ventilado (HSV)	Compostera (COM)	Específico para zona inundable (ZIN)	Tanque séptico mejorado (TSM)
<p>Ventajas: Permite el depósito de los desechos de excretas y orina en un hoyo excavado.</p>	<p>Ventajas: Utiliza el proceso de compostaje en las heces para posteriormente generar residuos aprovechables en la agricultura en forma mejorador de suelos.</p>	<p>Ventajas: Provee al usuario de una solución para disponer de un sistema sanitario eficiente frente a fenómenos naturales que producen inundación total.</p>	<p>Ventajas: Este sistema de saneamiento permite la recolección del total de las aguas grises generadas por una familia.</p>
<p>Desventaja: Las condiciones del hoyo excavado causan humedad en esta zona, por lo cual proliferan la existencia de malos olores y presencia de mosquitos.</p>	<p>Desventajas: La inadecuada operación y mantenimiento de esta tecnología genera la proliferación de humedad, existencia de moscas, malos olores.</p>	<p>Desventajas: La inadecuada operación de este sistema de saneamiento genera humedad en los depósitos aislados, por lo cual al existir humedad se generan malos olores y favorece la proliferación de moscas.</p>	<p>Desventajas: Esta tecnología es sensible a la generación de atoros en el sistema, por lo cual el uso inadecuado de esta tecnología puede causar la interrupción, desmantelamiento y reparación del tanque séptico.</p>

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1. Enfoque de la investigación

La presente investigación ha sido delimitada dentro de un enfoque cuantitativo, porque mediante la normatividad peruana e internacional presente y su aplicación busca describir, y determinar los criterios para diseñar las opciones tecnológicas de saneamiento rural que mejor se adapten al contexto del centro poblado de San Miguel, con la finalidad de probar las hipótesis que han sido propuestas en el Capítulo III, teniendo en cuenta las muestras de investigación que han sido resultado de la presente tesis.

3.2. Tipo de investigación

El tipo de investigación que ha regido la presente tesis es la aplicada. En razón de que se ha buscado determinar el diseño mediante la aplicación del conocimiento generado en el área de investigación de manera directa según las variables observadas e identificadas.

3.3. Nivel de investigación

El nivel de investigación al cual apunta la presente tesis es descriptivo. Debido a que el objetivo de la presente tesis busca especificar y describir las propiedades de los estudios básico, así como el diseño entre las dos alternativas propuestas según los parámetros específicos del CP de San Miguel.

3.4. Métodos de investigación

El desarrollo de la presente investigación ha empleado el método científico como instrumento para el desarrollo y solución de la problemática principal planteada.

•**Método científico.** Es un método utilizado para la creación de documentación científica, de investigación, y producción académica de textos, el conjunto de utilidades que brinda tiene como finalidad el proceso seguro de obtención de conocimiento basado en teoría fundamentada con certeza, objetividad y comprobación científica mediante el uso de instrumentos metodológicos de confianza que no dan descarta la existencia de aspectos subjetivos. (18)

3.5. Diseño de investigación

El autor Ñaupas (19) en su libro Metodología de la investigación cuantitativa- cualitativa y redacción de la tesis, define el diseño de la investigación como el modelo de evaluación de factibilidad de los problemas planteados, así como de las hipótesis planteadas, adicionalmente, determina de manera objetiva el conjunto de variables que será utilizado.

En ese sentido, se ha considerado la utilización de un diseño no experimental de la siguiente manera:

RI + EBI + DSA + APO → SP

Donde:

RI: Recopilación de documentación académica

EBI: Estudios Básicos de Ingeniería

DSA: Diseño de Sistemas Alternativos

APO: Análisis Presupuestal de Opciones elegidas.

SP: Solución a la Problemática planteada

3.6. Población y muestra

3.5.1. Población

La población objetivo del presente estudio corresponde a 117 viviendas carentes de un sistema de saneamiento del centro poblado de San Miguel, ubicado en el distrito de Moya, provincia y región de Huancavelica.

3.5.2. Muestra.

La muestra es una porción de la población en la cual se planea realizar el análisis de selección de UBS que sean coherentes con el contexto del centro poblado. Sin embargo, las Unidades Básicas de Saneamiento están principalmente orientadas al uso unifamiliar, por lo cual, en el presente estudio, se ha analizado la implementación de las opciones disponibles de UBS en una familia del centro poblado de San Miguel.

3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.7.1. Técnicas de recolección de datos

Las técnicas de recolección de datos han sido determinadas a través de: estudio bibliográfico, ensayos de laboratorio de mecánica de suelos, y ensayo in situ de percolación de suelos.

3.7.2. Instrumentos de recolección de datos

Para el desarrollo de la tesis se ha utilizado diferentes instrumentos de recolección de datos; los cuales, como se mencionó antes, se utiliza el procesamiento de información visual u observación, búsqueda bibliográfica; y, diferentes ensayos in situ y de laboratorio.

3.8. Especificación detallada del diseño no experimental de la investigación

El siguiente procedimiento o diagrama de flujo explica en resumen el conjunto de acciones que se realizara durante la presente investigación para garantizar la obtención de resultados.

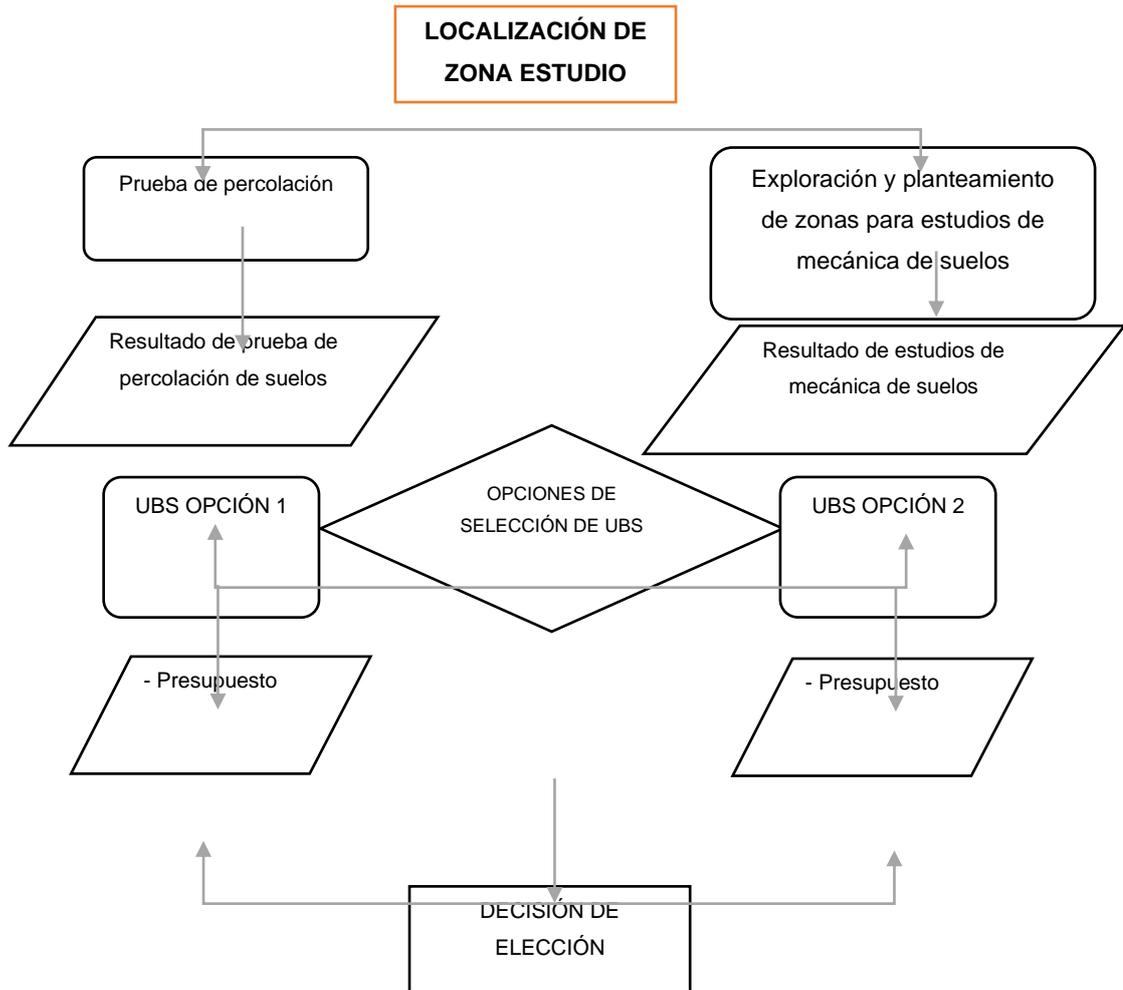


Figura 3. Diagrama de diseño de investigación

•Localización de zona de estudio

La ubicación detallada en cuanto a región, provincia y distrito de la zona de estudio es detallada a continuación:

Región:Huancavelica

Provincia:Huancavelica

Distrito : Moya

Centro Poblado: San Miguel

Respecto a la localización geográfica del centro poblado de San Miguel, está ubicado según las siguientes coordenadas de latitud, longitud y altitud.

Latitud Sur: 12° 24' 36.2" S

Longitud Oeste: 75° 8' 20" W

Altitud : 3617 m s. n. m.

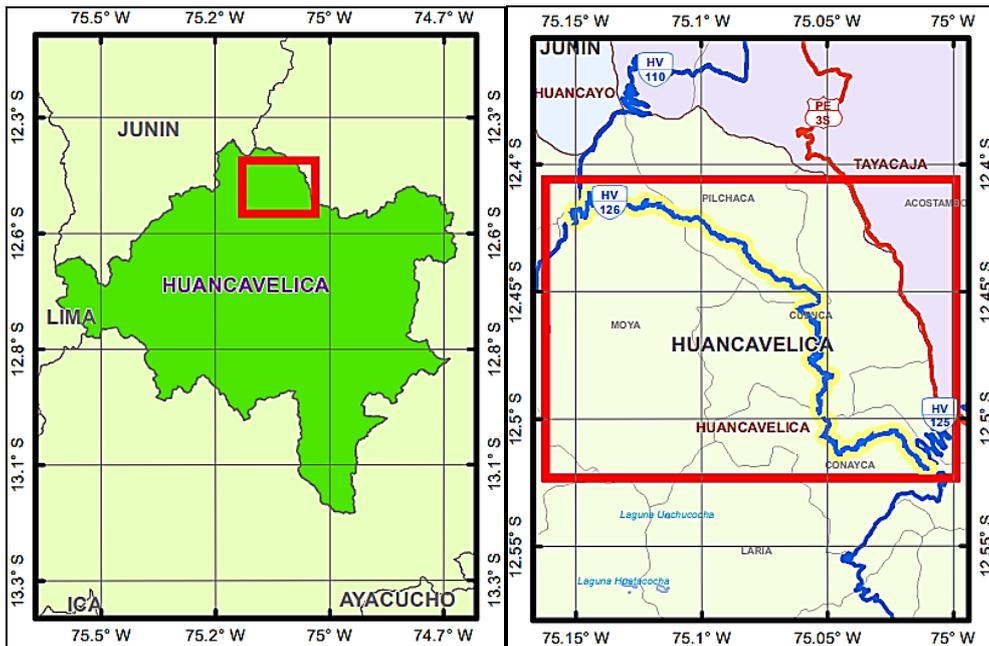


Figura 4. Ubicación y localización del departamento y región de Huancavelica

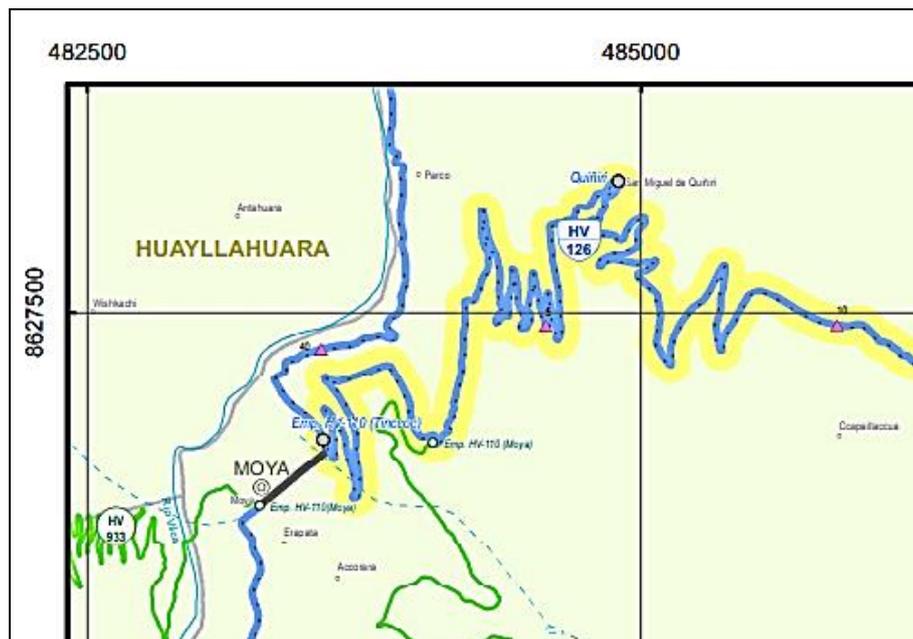


Figura 5. Ubicación y localización del distrito de Moja



Figura 6. Fotografía panorámica del centro poblado de San Miguel

•Vías de acceso

La ruta necesaria para llegar al centro poblado de San Miguel desde la ciudad de Huancayo es detallada a continuación:

Tabla 5. Vías de acceso y comunicación al centro poblado de San Miguel

Ruta		Tipo de vía	Distancia (km)	Servicio	Frecuencia de salidas	Tiempo (h)
INICIO	FINAL					
Huancayo	Imperial	Asfaltado	35.70	Camión, Bus, Automóvil	Diaria	01:00
Imperial	Moya	Afirmado	46.00	Camión, Bus, Automóvil	Diaria	01:40
Moya	San Miguel	Afirmado	7.00	Camión, Bus, Automóvil	Diaria	00:10
		Longitud total	88.70		TIEMPO TOTAL	02:50

•Clima

Respecto al clima en el centro poblado de San Miguel, predomina el frío soportable, con amplia oscilación entre el día y la noche, entre el sol y la

sombra. Generalmente la estación húmeda incluye los meses de noviembre a abril y la mejor temporada para visitar Huancavelica es la seca que comprende de mayo a octubre. En cuanto a su temperatura media horaria es de 9 a 11 °C con variaciones a lo largo del año, siendo la temperatura máxima de 20 °C y la temperatura mínima de 6 °. (20)

•Disposición de agua potable

En la actualidad, el sistema existente es del tipo por gravedad sin tratamiento (SGST), fue construido por FONCODES en el año 1997, teniendo una antigüedad de 24 años. La dotación estimada diaria es de 90 litros diarios por persona. (21)

•Aspectos socioeconómicos

✓Economía

La principal actividad económica en la comunidad es la ganadería y la agricultura, que representa casi la totalidad se dedican a la ganadería basada en la crianza de animales como: ovinos, vacunos, los mismos que se constituyen como fuente de ingresos económicos por la venta de carnes y fibras. Tan importante como la ganadería es la agricultura dedicándose a la producción de la papa, cebada de grano, forrajes, para autoconsumo. (21)

✓Salud

El centro poblado de San Miguel pertenece a la Micro Red - Centro de Salud del distrito de Moya (Categoría I-3), el que cuenta con 02 médicos, 02 enfermera, 02 obstetra, 01 biólogo, 01 odontólogo, 01 psicóloga y 06 técnicos en enfermería. Las enfermedades más frecuentes registradas en el Puesto de Salud durante ese periodo, se encuentran asociadas al uso del agua y saneamiento (parasitosis, enfermedades diarreicas); así como, desnutrición crónica. (21)

✓Descripción del trabajo de campo

El trabajo en campo para la elaboración de la presente tesis consistió en el estudio de mecánica de suelos y en el análisis de percolación de suelos. Los procedimientos realizados fueron ejecutados según la normativa técnica

peruana e internacional correspondiente. El propósito del estudio de mecánica de suelos fue determinar la clasificación de suelos en cinco puntos dentro de la extensión rural del centro poblado de San Miguel; asimismo, determinar la profundidad de la zona freática del lugar. Por otra parte, el análisis de percolación de suelos fue realizado con la finalidad de determinar la elegibilidad de las opciones tecnológicas disponibles y detalladas en el Anexo 01 de la presente investigación.



Figura 7. Calicatas que se realizaron para poder extraer las muestras de suelos



Figura 8. Material extraído de la calicata



Figura 9. Extracción de muestras de suelos de cada estrato encontrado



Figura 10. Calicata N°02

✓ **Estudio de mecánica de suelos**

El estudio de mecánica de suelos siguió a detalle la normativa presentada por el sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS) (1) en principio determinada por la norma técnica ASTM D2487 y adaptada al contexto

peruano mediante la Norma Técnica Peruana NTP 339.134:1999(INDECOPI 1999). En ese sentido, siguió el procedimiento del proceso para determinar de manera organizada y sistemática la clasificación de los suelos según análisis complementarios normados, los cuales son detallados a continuación:

- ✓Análisis granulométrico por tamizado NTP 339.128/ ASTM – D422
- ✓Límites de consistencia ASTM- D 427/ D 4318, ASTM D2487
- ✓Contenido de humedad ASTM- D 216

La clasificación de los suelos se divide de acuerdo a divisiones mayores en tres grupos principales, estos son suelos granulares gruesos, suelos finos o de grano fino, y, por último, suelos altamente orgánicos. Para la clasificación de los dos primero tipos de suelos, se utiliza como principal determinante el porcentaje de material que pasa por la malla estandarizada N°200, de manera que si más del 50% del peso de la muestra es retenido por esta malla se clasifica como suelo grueso, caso contrario se clasifica como suelo fino (1) . Por otra parte, cada una de estas clasificaciones mayores se puede subclasificar, según un símbolo que explica las características propias de cada suelo de acuerdo a los parámetros determinados por su granulometría, límites de consistencia, contenido de humedad, entre otros.

En este sentido, a continuación, en las tablas mostradas se explica con mayor detalle los criterios de clasificación de suelos.

Tabla 6. Cuadro de clasificación de suelos

Criterio para asignar símbolo de grupos y nombres según ensayos de laboratorio				Clasificación de suelos	
				Símbolo de grupo	Nombre de grupo
Suelo de grano grueso Mas del 50% del peso de la muestra es retenido en la malla # 200	<u>Grava</u>	Gravas limpias	$Cu \geq 4$ y $1 \leq Cc \leq 3$	GW	Grava bien graduada
		Menos del 5% del material pasa por la malla #200.	$Cu < 4$ y/o $1 > Cc > 3C$	GP	Grava pobre o mal graduada
		Grava con finos: más de 12% del material pasa la	Clasificado como MH o ML / CH o CL	GM o GC	Grava limosa o Grava

		mallas #200			arcillosa
	<u>Arenas</u>	Arenas limpias	$Cu \geq 6$ y $1 \leq Cc \leq 3$	SW	Arena bien graduada
	Más del 50% del peso de la muestra pasa la malla #4	Menos del 5% del material pasa por la malla #200.	$Cu < 6$ y/o $1 < Cc < 3$	SP	Arena pobre o mal graduada
		Arena con finos: más de 12% del material pasa la malla #200	Clasificado como MH o ML / CH o CL	SM O SC	Arena limosa o Arena arcillosa
Suelo de grano fino	<u>Limos y Arcillas</u>	Inorgánico	Índice de Plasticidad mayor a 7 o sobre línea "A"	CL	Arcilla de baja plasticidad
Más del 50% pasa por la malla # 200	Limite Líquido menor de 50		Índice de Plasticidad menor a 4 o bajo línea "A"	ML	Limo de baja plasticidad
		Orgánico	Limite líquido secador al horno menor a 0.75 LL no secado	OL	Arcilla orgánica Limo orgánico
	<u>Limos y Arcillas</u>	Inorgánico	IP mayor a 7 o sobre línea "A"	CH	Arcilla de alta plasticidad
	Limite Líquido mayor de 50		Índice de Plasticidad bajo línea "A"	ML	Limo de alta plasticidad
		Orgánico	Limite líquido secador al horno menor a 0.75 LL no secado	OH	Arcilla orgánica Limo orgánico
Suelos altamente	Matriz primaria	Orgánica, color	Negro, olor orgánico	PT	Turba

Nota: ^a ASTM (2000, p. 2-3).

La importancia del tipo de suelo y su clasificación en el presente proyecto determinaron el tipo de Unidad Básica de Saneamiento que se seleccionó; por lo cual, además de la clasificación del tipo de suelo, fue necesario determinar la existencia del nivel freático alto. Los resultados del estudio de mecánica de suelos se presentan a continuación, los cuales han sido detallados en el Anexo N°03 de la presente investigación.

•Prueba de percolación

Se realizó el test de Percolación de suelos según lo especifica la Norma Técnica Peruana IS.020 Tanques Sépticos (El Peruano 2006), para lo cual se aplicó el test en 6 hoyos excavados según las disposiciones de la norma; y en relación a los estudios de suelos planteados.

•Criterios de selección para determinar las unidades básicas de saneamiento:

La siguiente información es detallada por la Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural. (13)

a) **Nivel freático**, la existencia de agua subterránea de nivel alto determina el uso o no de UBS que aprovechen el arrastre hidráulico. Por lo cual, el Ministerio de Construcción, Vivienda y Saneamiento (2018) recomienda que para distancias mayores a 4 metros entre la superficie y el nivel freático es recomendable el uso de UBS que aprovecha el arrastre hidráulico; caso contrario, es mejor disponer de tecnologías de UBS del tipo seco.

b) **Agua de pozos para consumo**, en caso existan pozos de agua que abastecen las zonas donde se plantea la construcción de UBS, es necesario verificar que la distancia mínima existente entre los pozos y la zona de disposición de desechos de las UBS estén separadas en al menos 25 metros. Esto con la finalidad de evitar la contaminación de las aguas para consumo humano que son provistas por los pozos.

- c) **Zona de inundación**, este aspecto determina aspectos constructivos diferentes según la ubicación donde se plantea realizar la construcción de las UBS. Por esta razón, es recomendable adaptar o verificar la factibilidad de las UBS según la inundabilidad de la zona ya sea mediante crecidas de ríos, desbordes de encauzamientos de agua o inundaciones debido a la intensidad de las lluvias.
- d) **Suelo expansivo**, la existencia de un suelo expansivo plantea una restricción en cuanto a la resistencia de la estructura subterránea de la UBS. Debido a que los suelos expansivos se caracterizan por el aumento de su volumen ante la exposición o carencia de la humedad y/o agua aledaña, lo cual produce en las estructuras que tienen contacto directo con el suelo un cambio de su forma, y causa así la deformación o falla de estas. Por lo cual, es necesario que sea descartado este aspecto para disponer de estructuras más resistentes.
- e) **Dureza de excavación**, este aspecto es importante porque según la dureza de los suelos, tales como rocosos, semirocosos o naturales, la excavación aumenta los costos de construcción del proyecto. Por lo cual, la dificultad de excavación plantea el uso de herramientas y/o maquinarias especializadas, en este sentido, si la excavación requiere una alta demanda de dificultad es recomendable utilizar UBS del tipo seco.
- f) **Contenido de fisuras en el suelo**, la existencia de fisuras en el suelo, tales como las que se presentan en las rocas fisuradas, generan que los sistemas de UBS que aprovechan el arrastre hidráulico contemplen la posibilidad de infiltración de agua hacia las aguas subterráneas. Por lo cual, ante estos casos de suelos fisurados es conveniente contemplar la construcción de UBS del tipo seco.
- g) **Permeabilidad del suelo**, se determinará el tipo y permeabilidad del suelo según la prueba de infiltración de agua planteada por la Norma IS020. Por lo cual, para suelos permeables que superen una tasa de infiltración mayor a

12 centímetros, es recomendable utilizar UBS que no plantean el aprovechamiento del arrastre hidráulico.

h) **Vaciado del depósito de excretas**, este punto es utilizado sobre en lugares en donde por las características de la zona, la existencia del depósito de excretas no genera contaminación o propaga enfermedades de manera significativa, para lo cual se utilizan insecticidas y un control más riguroso durante su almacenamiento y posterior disposición, y eliminación. Por lo cual, la evaluación del vaciado es realizado en las UBS que aprovechan el arrastre hidráulico como las de tipo seco.

i) **Utilización de residuos fecales**, la disposición de los residuos fecales como medios útiles de fertilización, dependen del tipo de UBS que se construirá, por un lado, y, por otro lado, depende de si existe dentro de la zona del proyecto la aceptabilidad y capacitación necesaria para aprovechar los residuos como fuentes de abono agrícola.

j) **Disponibilidad de papel blando**, en este punto se busca analizar si los usuarios tendrás como desechos para limpieza en las UBS papel blando, u otro material de difícil degradación por lo cual según esta estimación se puede aplicar medidas adicionales para utilizar dispositivos o tecnología que degrade los materiales de difícil degradación u otra disposición que colabore con un ambiente libre de desechos nocivos para la población usuaria y el medio ambiente.

k) **Costo y tecnología de mantenimiento**, este punto es fundamental al momento de realizar la construcción de las UBS porque según el costo y tecnología de mantenimiento, la dificultad para mantener por parte de los usuarios puede no ser rentable según sus facilidades económicas y/o de difícil realización si no se brinda la adecuada capacitación, e incluso si necesita mano de obra calificada para el mantenimiento.

l) **Aceptación social de la solución**, el aspecto social de aceptación es un punto de análisis necesario porque será el usuario final quien disponga del uso correcto y consensuado de las UBS. Por lo tanto, el uso de la UBS

seleccionada debe ser coherente con las costumbres y hábitos de los usuarios para que ellos puedan disponer desde su aceptación la solución que resuelva la disposición sanitaria de desechos.

Selección de UBS de Grupo 1 y 2 según el Anexo N°01.

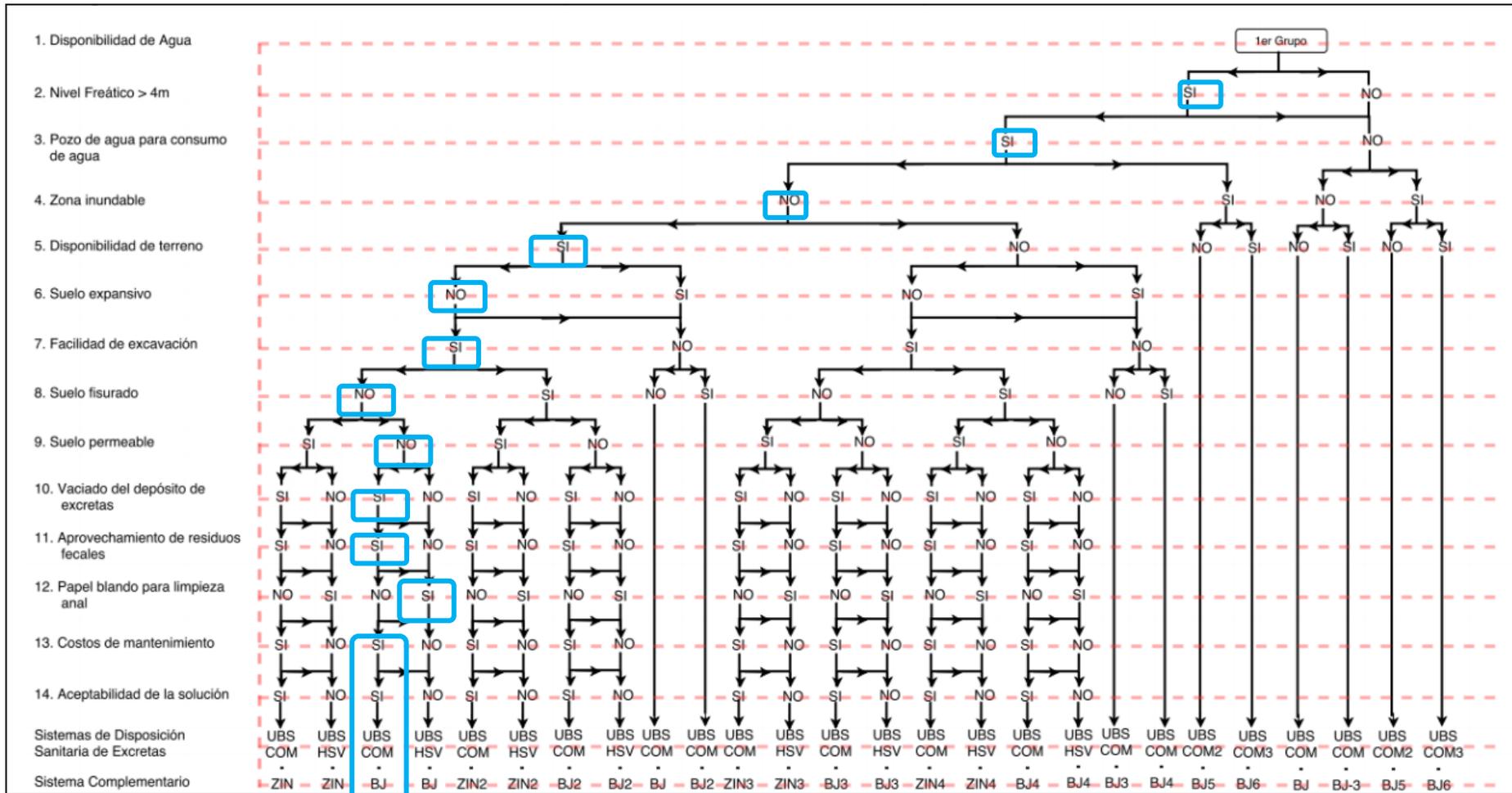


Figura 11. Selección de opción 1 de Unidad Básica de Saneamiento que no aprovecha arrastre hidráulico Tomado de MVCS, 2108 (13)

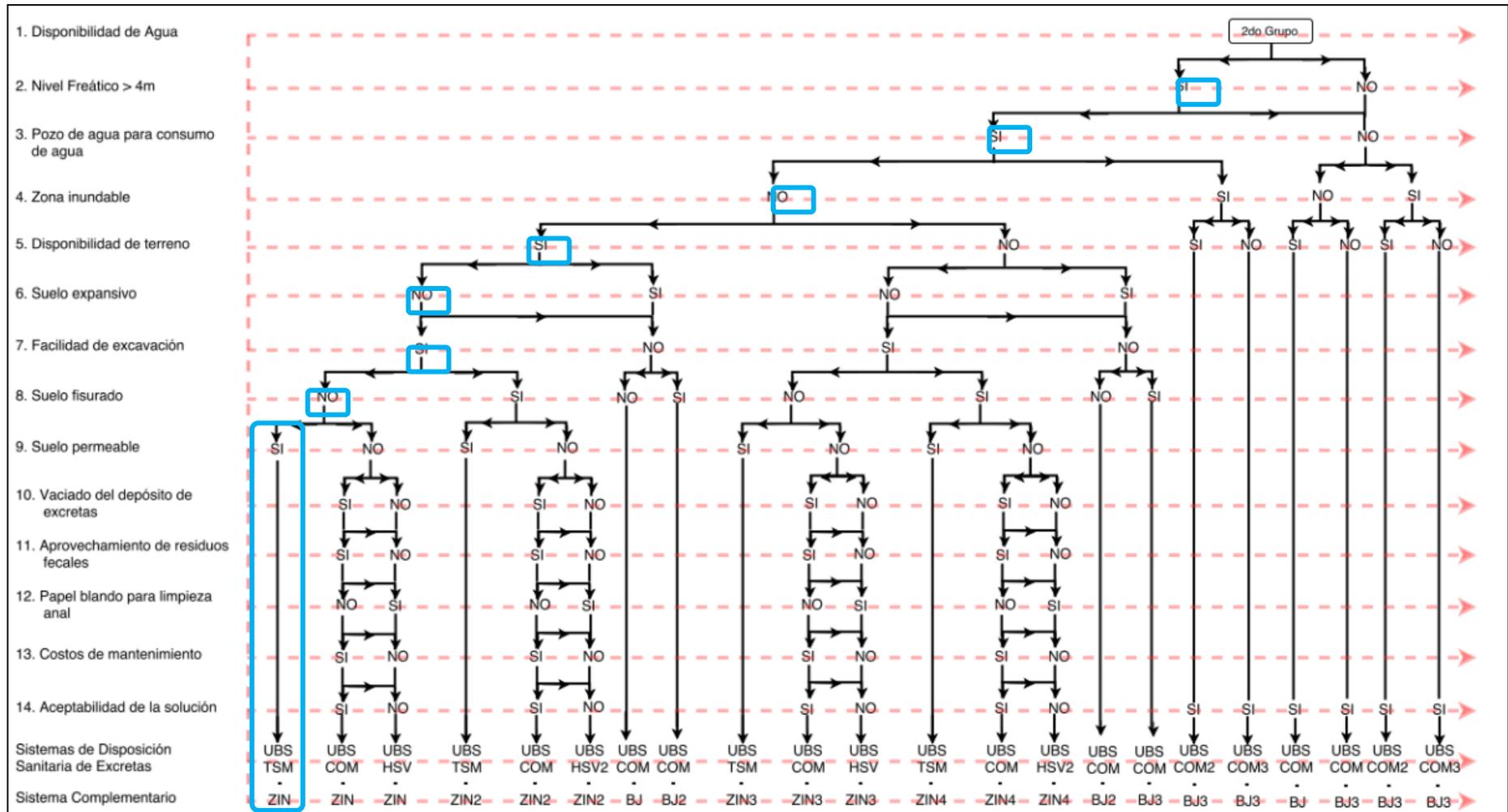


Figura 12. Selección de opción 2 de Unidad Básica de Saneamiento que aprovecha arrastre hidráulico
 Tomado de MVCS, 2108 (13)

•Consideraciones de diseño de UBS compostera con humedal

Se siguieron las condiciones planteadas en los Anexos 01 y Anexo 02 de la presente investigación de acuerdo a la norma técnica que corresponde a las Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural (MVCS, 2018).

•UBS-COM: Compostera de doble cámara

Este sistema no requiere el uso de agua para su funcionamiento y disposición de excretas, por lo cual su instalación es conveniente en ubicaciones geográficas que no puedan suplir el agua destinada al servicio de saneamiento de desagüe. Adicionalmente, por un lado, este sistema permite el aprovechamiento de los restos sólidos depositados en sus pozas de depósito de excretas con uso destinado al mejoramiento agrícola de suelos; y, por otro lado, permite la separación de la orina mediante un aparato sanitaria especializado que separa esta de las heces, con lo cual deriva este componente a un complemento tecnológico de disposición de desechos, el cual puede estar compuesto por pozas de absorción o zanjas de infiltración

✓Aplicabilidad:

- La disponibilidad de agua es uno de los factores de elección de este sistema, debido a que esta es prioritariamente usada en el consumo humano para su hidratación, lavado y cocción de alimentos. Por lo cual, en el Perú es recomendable la aplicación de este sistema cuando la dotación de agua es no mayor a la provista en la Tabla 3-6.

- Por las condiciones en que se realiza la excavación y el uso de los depósitos de excretas, los líquidos que se almacenan en este tienden a infiltrarse en el estrato o estratos que comprende el área de las paredes y la base del pozo. Por esto, es necesario realizar el estudio de suelos que permita determinar la profundidad de la zona freática para evitar la contaminación del agua que es conducida en esta. En ese sentido, este sistema es aplicable cuando la ubicación de la zona freática sobre el suelo donde se proyecta la implementación de este está ubicada a una

profundidad no menor a 4 metros; y, a una distancia no menor a 25 metros de pozos de agua.

- Es necesario que exista disponibilidad de terreno para la implementación de este sistema para la implementación de las dos cámaras composteras y las dos casetas que este comprende.
- La presencia de suelo expansivo en la zona de estudio favorece la implementación de este sistema, ya que este sistema requiere de una zona de infiltración baja, con un tiempo del Test de Percolación mayor a 12 minutos.
- Este sistema no es usado en zonas que, por sus características meteorológicas, tienden a inundarse.
- En caso de que el suelo sobre el cual se plantea la instalación de los pozos de depósito sea caracterizado como un suelo fisurado es necesario el acondicionamiento necesario de este para evitar la rápida infiltración de residuos líquidos a cuerpos acuíferos cercanos.
- Los residuos excretales contenidos en los depósitos pueden ser vaciados, ya que esto está contemplado en el diseño de las cámaras composteras, las cuales son reutilizables. Asimismo, estos desechos pueden ser aprovechados como elementos para mejora de suelos con propósitos agrícolas.
- El papel blando utilizado para la limpieza anal debe ser desechado en un depósito aparte, exclusivo para este propósito, ya que estos desechos no son parte del contenido de las cámaras de compostaje.
- Este tipo de UBS puede tener costos de mantenimiento significativos si se opta por medios de secado y disminución de humedad en las cámaras de compostaje tales como cal viva, por lo cual los productos de secado del

contenido de las cámaras composteras deben ser establecidos según los aspectos económicos de los usuarios finales.

- Esta tecnología requiere necesariamente complementos de disposición de aguas residuales, los cuales pueden ser mediante la instalación de sistemas de tratamiento complementario como zanjas de percolación (ZP) o pozo de absorción (PA), cuya elegibilidad depende del test de percolación; o, en caso de que los suelos sean impermeables, es necesaria la implementas de humedales artificiales.

✓ **Diseño:**

El diseño de este sistema de UBS se centra exclusivamente en el dimensionamiento de las cámaras composteras, por lo cual el diseño de las casetas es de elección libre siempre en cuando estas cumplan con la distribución de espacios e instalaciones necesarias para el uso de los usuarios finales especificadas en las especificaciones técnicas.

➤ **Diseño de cámaras composteras**

El uso de las cámaras composteras y su diseño tiene como propósito el almacenamiento de los residuos sólidos excretales en un medio seco, para lo cual se utilizan productos para el secado de las heces y control de la humedad. Asimismo, estas cámaras están aisladas de los estratos de suelo circundantes mediante paredes que pueden ser de material prefabricado, mampostería o concreto.

Las cámaras composteras trabajan de manera independiente una de la otra, y trabajan de manera alternada según periodos establecidos para el secado en capas del contenido de estas. La alternación de estas cámaras consta de un año de operación y un año de sellado, este último utilizado para garantizar el adecuado secado y descomposición de los desechos, los cuales posteriormente son vaciados del depósito y utilizados según dispongan los usuarios. Este proceso es de carácter repetitivo y alternado entre las dos cámaras de compostaje.

Las cámaras de compostaje tienen tres aberturas. La primera, es la que conecta este elemento con la taza especial que separa los elementos sólidos de los líquidos producto de las excretas humanas; la segunda, es la abertura que corresponde a la tubería de ventilación de las cámaras de compostaje; y, la última, corresponde a la compuerta destinada a la extracción de los residuos sólidos excretales compostados.

En cuanto al diseño específico para el cálculo del volumen de las cámaras de compostaje se utiliza la siguiente fórmula:

$$V_c = f \times (N \times F_v)$$

Ecuación 1

Donde:

V_c: Volumen útil de diseño de una cámara compostera (m³).

f: Factor de seguridad que regula el volumen de depósito al 75% del volumen máximo de depósito de una cámara compostera.

N: Número de usuarios que utilizan el sistema

F_v: factor volumétrico del contenido, estimado como mínimo por un valor de 0.20m³ residuos/año.

El volumen útil de la cámara debe estar entre los rangos de 1.10m³ y 2.23m³. Con dimensiones en ancho no mayores a 1.30 metros y en largo no mayores a 1.70, y con una altura en cualquier caso igual a 1 metro. En cuanto a los espesores de las paredes, estas deben tener como mínimo un ancho 7.5 centímetros hacia el exterior; un ancho de 15 centímetros como mínimo en la pared compartida por ambas cámaras; y, una losa inferior de espesor no menor a 10 centímetros. Por otro lado, las paredes externas deben de estar construidos sobre la losa inferior a una distancia entre pared exterior y borde de losa igual a 7.5 centímetros. (15)

✓ **Especificaciones técnicas:**

➤ Caseta

La caseta de la UBS-COM comprende las siguientes estructuras e instalaciones: estructura y arquitectura de la caseta, losa base de la caseta;

instalaciones sanitarias, aparato sanitario especial; tubería de ventilación, taza especial para excretas en UBS-COM; 02 cámaras composteras y sus respectivos elementos y una losa de base.

➤ Estructura y arquitectura de la caseta:

El materiales o materiales que comprenden la estructura de la caseta deben cumplir las siguientes especificaciones:

- Las propiedades estructurales de los materiales que componen la estructura de la caseta pueden ser variados, como concreto armado, mampostería, carpintería metálica, carpintería de madera, o mixtos; sin embargo, de preferencia se debe construir en mampostería de ladrillos de arcilla según la Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural (20). En cualquier caso, la estructura y el material que la compone deben tener como mínimo una resistencia a la compresión no menor a 70 kg/m². En cuanto a la resistencia contra impactos, en caso el material no debe tener resistencia menor a la de un muro de mampostería es necesario el refuerzo con materiales plásticos o de fácil deformación para disipar los impactos.

- El material que compone la estructura no debe favorecer el crecimiento de hongos; no debe tener componentes que se oxiden y en caso sea así estos deben ser reemplazables.

- Las dimensiones de la caseta son acordes a la disposición de la caseta respecto al nivel del terreno, por lo que en caso esta esté bajo el nivel del terreno o semienterrada las dimensiones recomendadas de la sección son de 2.20 x 1.90 m²; si el caso fuera lo contrario, es decir, si la base de la caseta estuviera sobre el nivel del suelo las dimensiones recomendadas por la norma son de 1.60 x 2.20 m².

- La arquitectura del espacio debe tener en consideración la integración de ventanas en la estructura, así como instalaciones sanitarias de agua y desagüe, considerando de especial cuidado las líneas de desagüe que llevan contenido líquido, el cual, como se ha detallado, es separado de los residuos sólidos generados por los desechos humanos excretales.

➤Losa que soporta la estructura de la caseta y aparato sanitario especial:

-La losa debe tener dimensiones que se ajusten a la sección total que ocupan las cámaras composteras; y, en razón de las características que este requiere para la resistencia del peso y las instalaciones sanitarias que pasan por esta es recomendable que la losa este constituida por concreto.

-El acabado del piso de la losa es recomendablemente con acabado en cemento pulido, aunque este es acorde a las condiciones económicas del plan de implementación.

-La losa debe tener cuatro agujeros; esto en razón de que cada par de agujeros conectan la parte superior de la losa con cada una de las cámaras de compostaje. Respecto al par de agujeros, uno de los agujeros conecta las instalaciones sanitarias de la taza especial con la cámara compostera; y, el otro, conecta las tuberías de ventilación con el fondo de la losa más 5 centímetros de profundidad de este nivel de fondo.

➤Cámaras composteras:

El materiales o materiales que comprenden la estructura de la cámara compostera deben cumplir las siguientes especificaciones:

-Las propiedades estructurales de los materiales que componen la estructura de la cámara compostera pueden ser variados, como concreto armado, mampostería, o material prefabricado; sin embargo, de preferencia se debe construir en mampostería de ladrillos de arcilla según la Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural (20). En cualquier caso, la estructura y el material que la compone deben tener como mínimo una resistencia a la compresión no menor a 70 kg/m². En cuanto a la resistencia contra impactos, en caso el material no debe tener resistencia menor a la de un muro de mampostería es necesario el refuerzo con materiales plásticos o de fácil deformación para disipar los impactos.

- El material que compone la estructura no debe favorecer el crecimiento de hongos; no debe tener componentes que se oxiden y en caso sea así estos deben ser reemplazables.
- La cámara de compostaje está conectada hacia sus exteriores en tres puntos: la tubería de ventilación, agujero de caída de sólidos de la taza especial, y la compuerta de limpieza y vaciado de la cámara compostera.
- La principal característica de las cámaras composteras es que el ingreso de líquidos es mínimo o casi nulo, por lo cual las instalaciones que aseguran la separación de líquidos y sólidos deben estar debidamente construidos e instalados para cumplir el propósito de este sistema de UBS.

➤ Aparato sanitario especial para disposición de excretas:

El material de acabado debe ser de consistencia dura como losa, granito o material plástico reforzado que pueda ser suficiente para soportar el peso de una persona adulta, estando compuesta por un dispositivo que permita la separación de la orina y los sólidos productos de las excretas. Asimismo, la tubería de desagüe que conduce la orina debe conectar al punto o lugar en el cual se reúnen las aguas grises para su tratamiento o disposición según el complemento seleccionado.

- La taza debe tener características ergonómicas para proveer comodidad al usuario, con acabos finos y adecuados para la anatomía humana; y, con paredes lisas que favorezcan la limpieza y fácil deslizamiento de los desechos.
- Respecto a las medidas, el diámetro interno y hueco de la taza debe tener un diámetro no menor de 25 centímetros, con un radio mayor para la taza de 35 centímetros.
- En cuanto al acoplamiento de la taza a losa, debe ser hermético y asegurar el adecuado adosamiento entre estos elementos. Asimismo, debe permitir su fácil desinstalación para ser reubicada en la cámara alterna una vez que la cámara que este en uso cumpla su periodo de operación.

➤Puerta de la caseta:

- Debe proveer hermetismo al espacio de la caseta reubicable.
- Las dimensiones de esta puerta deben asegurar la privacidad del ambiente, por lo cual es necesario que cuente con dos pestillos, uno interno para asegurar la privacidad del usuario cuando está en el interior; y, otro externo para mantener el ambiente aislado del exterior cuando no está en uso.

➤Techo de la caseta:

- Según el contexto en las que es implementada la tecnología de UBS-COM el techado puede ser de calamina galvanizada antioxidante, plástico duro, teja andino y afines.
- En cuanto a la existencia de pendiente sobre el techo de la caseta depende de la presencia de lluvias.

➤Tubería de ventilación:

- Esta tubería debe estar ubicada dos puntos correspondientes a cada una de las cámaras de compostaje, en la ubicación predispuesta sobre la losa que soporta la estructura, con un diámetro que depende de las características de la zona donde se implementa, por lo cual si es una zona de clima frío el diámetro debe ser de 160 milímetros; y, si el clima es caluroso o tropical, el diámetro debe ser de 110 milímetros.
- Para asegurar el adecuado adosamiento de la tubería al integro de la caseta, esta debe tener una abrazadera que fije el cuerpo de la tubería a la caseta; por otro lado, debe sellarse el perímetro que une la losa con la tubería.
- La tubería requiere necesariamente el uso de un sombrero de ventilación para asegurar que no ingresen por el extremo exterior a la caseta agua de lluvia u otro agente externo que cause de manera directa la colmatación no planeada del depósito de excretas.

➤ Instalaciones de aseo personal y lavadero multiuso

-Esta caseta contiene también instalaciones de aseo personal y un lavadero multipropósito, por lo cual las instalaciones de desagüe deben estar conectadas al punto o lugar en el cual se reúnen las aguas grises para su tratamiento o disposición según el complemento seleccionado.

• **Humedales artificiales de flujo subsuperficial**

Es un sistema de tratamiento de aguas residuales que consiste en la descomposición de los contaminantes mediante procesos biológicos realizados por las plantas que crecen en un lecho de agua de baja profundidad denominados como humedales construidos. En ese sentido, refiere la autora Alarcón: “Los humedales construidos consisten principalmente en estanques poco profundos en los que se implantan especies vegetales adaptadas a la vida acuática y en los que la depuración se basa en procesos naturales de tipo microbiológico, biológico, físico y químico. Su diseño es muy variado, pero siempre incluye canalizaciones, aislamiento del suelo para evitar el paso de la contaminación a los ecosistemas circundantes y el control del flujo del efluente en cuanto a su dirección, flujo, tiempo de retención y nivel del agua”. (22)

El humedal de flujo subsuperficial establece el flujo de agua del efluente a través de un lecho selecto de material granular, sobre el cual se coloca material orgánico que favorece el crecimiento y proliferación de plantas. Las cuales son plantas adaptadas al crecimiento en zonas inundadas; asimismo, estas tienen que ser de origen local para asegurar su debido desarrollo y crecimiento. En cuanto, al flujo de agua ingresado en el humedal, este debe ser pretratado y se debe tener en especial cuidado el contenido de grasas, por lo tanto el contenido sólido generado durante el uso del agua debe ser desechado; y, en el caso de que se desechen grandes cantidades de grasa por el usuario, se debe considerar una trampa de grasas a la salida de los aparatos sanitarios donde esta es vertida, así como antes del ingreso al sistema de distribución de caudal del humedal.

Por otro lado, el costo de operación y mantenimiento es bajo sin embargo requiere del conocimiento necesario sobre el funcionamiento del sistema. Por

lo cual, esta opción complementaria requiere la orientación profesional y técnica adecuada sobre la correcta forma de dar mantenimiento y asegurar el normal funcionamiento del humedal.

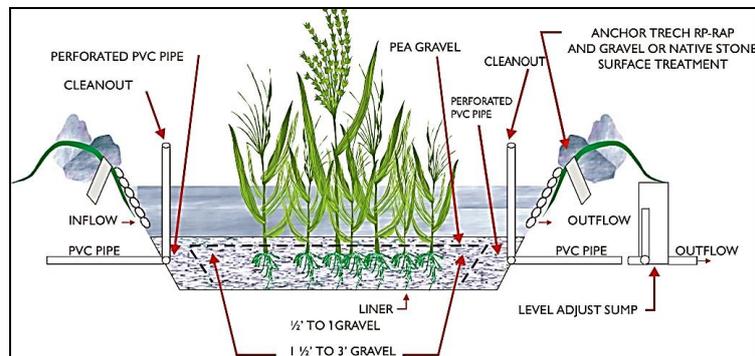


Figura 13. Vista y perfil de humedal de flujo subsuperficial

✓ **Diseño:**

El diseño de las dimensiones del humedal depende de manera directa del caudal producido por las aguas residuales generadas por el uso doméstico, por lo cual la estimación de este caudal corresponde a la siguiente ecuación:

$$Q = P \times D \times 80\%$$

Ecuación 2

Donde:

Q: Caudal medio estimado del uso de los servicios que generan aguas grises (l/d).

D: Dotación de agua diaria por habitante (l. día⁻¹. hab⁻¹)

A continuación, se estiman las dimensiones del humedal según el dimensionamiento del humedal por el método del contaminante limitante (Crites y Tchobanoglous 2000).

Para lo cual, la norma establece como contaminante limitante para el diseño del humedal al DBO₅, en función a este contaminante se establece el valor de K_T (constante de reacción de primer orden a una temperatura T°) según la siguiente ecuación:

$$k_T = k_{20} \cdot \theta^{(T-20)}$$

Ecuación 3

Donde:

K₂₀: Constante de reacción de primer orden a 20°C, d⁻¹

T: Temperatura del agua, °C (se emplea la temperatura crítica, es decir la temperatura más baja entre todos los meses)

θ : coeficiente de temperatura adimensional, determinado según tabla 3-6.

Tabla 7. Constantes k_T y θ para el DBO5

Contaminante	k_T (d ⁻¹)	θ
DBO ₅	0.678	1.06

Nota: Humedales de tratamiento: alternativa de saneamiento de aguas (22)

El contenido de DBO5 se estimará según el ratio de 60g/d/PE-1(Hlustik y Raclavsky 2020); con lo cual el DBO5 de entrada será:

$$DBO5 = \frac{DBO5(\text{per capita}) \cdot P \text{ mg}}{Qd \quad L} \quad \text{Ecuación 4}$$

Donde:

Qd: Caudal medio estimado del uso de los servicios que generan aguas grises (l/d)

P: población usuaria del sistema de UBS

Posteriormente, la estimación del área superficial del humedal, se realiza según la siguiente ecuación. (22)

$$As = \frac{\ln(c_a/c_e) \cdot Q}{k_T \cdot y \cdot n} \quad \text{Ecuación 5}$$

Donde:

Ca: concentración del contaminante en el afluente del humedal, mg/L

Ce: concentración del contaminante en el efluente del humedal, mg/L

Kt: constante de reacción de primer orden a temperatura T

y: tirante de la lámina de agua, m

n: porosidad del sustrato filtrado, expresado en decimal adimensional, para medios con presencia de flora de humedal es 0.65

Q: caudal promedio del sistema, m³/d

Finalmente, es posible calcular el largo del humedal de la siguiente manera (22):

$$W = \frac{As}{L}$$

Ecuación 6

**La relación óptima planteada por Reed (1995) entre el ancho y largo de la celda está planteado como una relación de 1:3.*

Finalmente, para efectos de una mejor toma de decisiones respecto al sistema de Unidad Básica de Saneamiento más conveniente se adjunta en el Anexo 05 los siguientes planos:

Plano de arquitectura

Plano de estructuras

Plano de instalaciones sanitarias

•Consideraciones de diseño de UBS tanque séptico mejorado con zanja de infiltración

Se seguirán las condiciones planteadas en los Anexos 01 y Anexo 02 de la presente investigación de acuerdo a la norma técnica que corresponde a las Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural (MVCS, 2018).

•UBS-TSM: Tanque séptico mejorado

Esta opción tecnológica se diferencia del primer grupo en que esta contempla el uso de agua para su operación, mantenimiento y disposición de excretas. En ese sentido, las conexiones, aparatos sanitarios e instalaciones sanitarias están debidamente conectadas una red integrada de desagüe dentro de la zona de influencia de la UBS-TSM. Por otra parte, la particularidad de este sistema es que mediante un proceso de degradación en el tiempo convierte los sólidos decantados en el fondo del tanque séptico en residuos líquidos. Los cuales pueden ser dispuestos directamente como agua residual pretratada, o ser tratada para un menor impacto ambiental mediante una opción de disposición complementaria de aguas residuales.

✓ **Aplicabilidad:**

- La disponibilidad de agua es uno de los factores de elección de este sistema, debido a que esta es prioritariamente usada en el consumo humano para su hidratación, lavado y cocción de alimentos. Por lo cual, en el Perú es recomendable la aplicación de este sistema cuando se tiene como mínimo la siguiente dotación de agua.

Tabla 8. Dotación de agua mínima para UBS que utilizan arrastre hidráulico

Región geográfica	Dotación de agua diaria (l.hab ⁻¹ .d ⁻¹)
Selva	100
Sierra	80
Costa	90

^a Nota: Ministerio de Construcción, Vivienda, y Saneamiento (2018)

- Por las condiciones en que se realiza la excavación y el uso de los depósitos de excretas, los líquidos que se almacenan en este tienden a infiltrarse en el estrato o estratos que comprende el área circundante al tanque séptico. Por esto, es necesario realizar el estudio de suelos que permita determinar la profundidad de la zona freática para evitar la contaminación del agua que es conducida en esta. En ese sentido, este sistema es aplicable cuando la ubicación de la zona freática sobre el suelo donde se proyecta la implementación de este está ubicada a una profundidad no menor a 4 metros; y, a una distancia no menor a 25 metros de pozos de agua. Asimismo, para la elegibilidad de este sistema el tiempo que debe registrar en el Test de Percolación debe ser menor a 12 minutos.
- Es necesario que exista disponibilidad de terreno para la implementación de este sistema para la implementación de la caseta que este comprende.
- Es requisito indispensable que el suelo sobre el cual se planea realizar la implementación de este sistema no sea un suelo expansivo, debido a que estos tienen propiedades impermeabilizantes, con lo cual impide la infiltración de líquidos.
- Este sistema no es usado en zonas que, por sus características meteorológicas, tienden a inundarse.

- En caso de que el suelo sobre el cual se plantea la instalación de los pozos de depósito sea caracterizado como un suelo fisurado es necesario el acondicionamiento necesario de este para evitar la rápida infiltración de residuos líquidos a cuerpos acuíferos cercanos.
- Los residuos excretales contenidos en los depósitos pueden ser vaciados y desechados por lo cual una vez los depósitos alcanzan su máxima capacidad, los residuos son extraídos del depósito en forma de lodo.
- El papel blando utilizado para la limpieza anal puede ser utilizado en este sistema; sin embargo, no debe ser desechado en el inodoro.
- Este tipo de UBS tiene gastos de construcción comparativos a las UBS que no son de HSV, sin embargo, el costo de mantenimiento y operación del tanque séptico es inexistente, pues su limpieza requiere únicamente de la apertura de la válvula de purga.
- La disposición de aguas grises generadas en las instalaciones de aseo personal y lavadero multiuso es incluida dentro del sistema de la UBS-TSM.

✓ **Diseño:**

El diseño de este sistema de UBS se centra exclusivamente en el dimensionamiento de las características técnicas del Tanque Séptico, por lo cual el diseño de las casetas es de elección libre siempre en cuando estas cumplan con la distribución de espacios e instalaciones necesarias para el uso de los usuarios finales detalladas en las especificaciones técnicas.

✓ **Diseño de tanque séptico mejorado**

Es necesario que este depósito cumpla las características del material prefabricado y diseño estipulados por la Norma IS.020: Tanque Séptico (23) con la finalidad de asegurar un óptimo funcionamiento del sistema. Asimismo, el uso de agua como parte integral de este sistema añade componentes adicionales, los cuales son detallados a continuación.

Por un lado, es necesaria la implementación de una de registro cuando la distancia que hay entre el tanque séptico y el punto de disposición de aguas residuales es mayor a 15 metros, o cuando la topografía del lugar mediante el

cambio de pendientes genere diferencias significativas en las presiones de las tuberías de desagüe.

En segundo lugar, es necesaria la implementación de una caja de lodos para la disposición de los sólidos tratados en el tanque séptico después de su disposición periódica programada en periodos comprendidos entre 12 y 18 meses. Esta estructura debe favorecer el flujo por gravedad de los lodos, y proveer aislamiento de estos respecto al exterior con lo cual sus paredes de recubrimiento pueden ser construidas con mampostería o ser implementadas mediante instalaciones prefabricadas.

En cuanto al dimensionamiento del tanque séptico prefabricado, este depende de las opciones comerciales según el país en donde son construidos. Por lo cual, para efectos de la presente investigación se han revisado las especificaciones técnicas de tanques sépticos de la industria Rotoplas (24) , la cual cuenta con certificaciones de calidad del producto otorgados por el Instituto Nacional de Calidad. De esta manera, según los detalles del producto, su dimensionamiento está ligado a la zona donde se planea realizar la implementación, así como a la cantidad de usuarios finales del sistema que aproveche esta tecnología. El detalle de la capacidad o volumen del tanque séptico prefabricado es mostrado en la siguiente tabla.

Tabla 9. Volumen de tanques sépticos según tipo de zona y cantidad de usuarios

Volumen (L ³)	Zona periurbana	Zona rural
	90L /usuario	40L /usuario
600	7	15
1300	14	33
3000	33	75
7000	78	175

^a Nota: (24)

Por otro lado, las características provistas por la empresa fabricante Rotoplas estiman el volumen de lodos a producir durante el tiempo de operación hasta el tiempo de vaciado y limpieza del tanque séptico, para lo cual

el volumen de almacenamiento necesario para el afluente de lodos es el detallado a continuación en la siguiente tabla.

Tabla 10. Volumen de lodos a evacuar después de periodo de operación del tanque séptico

Volumen de tanque séptico Rotoplas (lts)	600	1300	3000	7000
Volumen de lodos evacuados (lts)	100	184	800	1500

Nota: (24)

✓Especificaciones técnicas:

➤Caseta

La caseta comprende las siguientes estructuras e instalaciones: estructura y arquitectura de la caseta, losa base de instalación sanitarias, y tubería de ventilación. Asimismo, contiene instalaciones de aseo personal y un lavadero multipropósito, por lo cual las instalaciones de desagüe de todas las instalaciones que generan aguas grises son conectadas al colector de aguas grises que deriva en el tanque séptico mejorado.

➤Estructura y arquitectura de la caseta:

- El materiales o materiales que comprenden la estructura de la caseta deben cumplir las siguientes especificaciones:
- Las propiedades estructurales de la caseta deben tener como mínimo una resistencia a la compresión no menor a 70 kg/m^2 . En cuanto a la resistencia contra impactos, en caso el material tenga resistencia menor a un muro de ladrillo, se debe reforzar el perímetro con un material que disipe los impactos, como yute o calaminas metálicas.
- El material que compone la estructura no debe favorecer el crecimiento de hongos; no debe tener componentes que se oxiden y en caso sea así estos deben ser reemplazables.

-El área útil de la caseta comprende un área de 1.80 x 1.80 m² como mínimo.
La altura mínima que debe tener esta caseta es igual a 2.15 metros en todos los lados que comprende la caseta.

-La existencia de ventanas en la caseta de la UBS-TSM está permitida, sin embargo, es necesario que esta tenga una protección contra el ingreso de insectos como moscas, mosquitos y zancudos al interior; por lo cual, es necesaria la instalación de una malla mosquitera que cubra el área de la ventana.

➤Losa que soporta la estructura de la caseta y aparato sanitario especial:

-El acabado del piso de la losa debe ser liso de cemento pulido, o realizado con otro tipo de acabados según la disposición económica del usuario final.

-La losa debe tener el espesor necesario para contener las instalaciones y aparatos sanitarios.

➤Puerta de la caseta:

-Debe proveer hermetismo al espacio de la caseta.

-Las dimensiones de esta puerta deben asegurar la privacidad del ambiente, por lo cual es necesario que cuente con dos pestillos, uno interno para asegurar la privacidad del usuario cuando está en el interior; y, otro externo para mantener el ambiente aislado del exterior cuando no está en uso.

➤Techo de la caseta:

-Según el contexto en las que es implementada la tecnología de UBS-TSM el techado puede ser de calamina galvanizada antioxidante, plástico duro, teja andino y afines.

-En cuanto a la existencia de pendiente sobre el techo de la caseta reubicable depende de la presencia de lluvias.

➤Aparatos sanitarios y red de recolección:

-Los aparatos sanitarios que están conectados a la red de recolección de aguas grises, deben de estar conectados a esta mediante tuberías de 2" de diámetro con excepción de la que conduce las aguas grises del inodoro que debe ser de 4". Por otro lado, el diámetro de la tubería de desagüe de la red de recolección de aguas grises debe ser igual a 4".

✓Zona de infiltración

Este complemento realiza el desecho de las aguas grises generadas por el uso doméstico a través de la infiltración de estos desechos en los estratos de suelo circundantes a las estructuras de infiltración. Por lo cual, su uso esta estrictamente ligado a los resultados provistos por el Test de Percolación normado según la IS.020 (21). Existen dos formas de realizar la infiltración de aguas residuales en zonas rurales, establecidas según la normativa peruana (MVSC, 2018), y son elegibles según la disposición de espacios con los que se cuenta para su implementación, así como a la clasificación del terreno según la velocidad de infiltración.

En cuanto al diseño específico para el cálculo del área de los complementos de absorción, esta es calculada según la siguiente ecuación (21):

$$A = Q / R$$

Ecuación 7

Donde:

A: Área efectiva de infiltración de complemento (m³).

Q: Caudal medio estimado del uso de los servicios que generan aguas grises (l/d).

R: Coeficiente de infiltración resultado del Test de Percolación (l. m². d⁻¹)

✓Zanja de percolación

Esta opción de complemento que aprovecha la infiltración de aguas grises en los suelos, a diferencia de los pozos de infiltración, tiene su largo como dimensión mayor respecto a sus otras dimensiones. En ese sentido, la longitud máxima que esta puede llegar a tener es de 30.00 metros; y, con una longitud mínima según el cálculo del área referido en la ecuación 7. Sus límites

dimensionales en cuanto al ancho deben estar entre el rango de 45 y 90 centímetros; respecto a la profundidad, esta puede variar entre un mínimo de 60 centímetros y una máxima profundidad igual a 2 metros sobre el nivel superior del nivel freático. Asimismo, el diseño debe contemplar 2 drenes como mínimo, con espaciamiento de 2 metros entre los ejes longitudinales de cada uno de estos; la pendiente de la zanja debe estar entre los rangos de 1.5 ‰ – 5 ‰, por lo cual, este método debe ser contemplado en lugares en los cuales la topografía del lugar lo permita. Por último, el material que compone el material filtrante que rodea la tubería de propagación del caudal en la zanja de infiltración debe tener una granulometría de componentes de grava o piedra chancada entre 1.5 y 5 centímetros; al respecto de la tubería, esta debe ser una tubería perforada con una distribución uniforme de agujeros, para garantizar la uniformidad de la infiltración, y ser de PVC de 110 mm de diámetro.

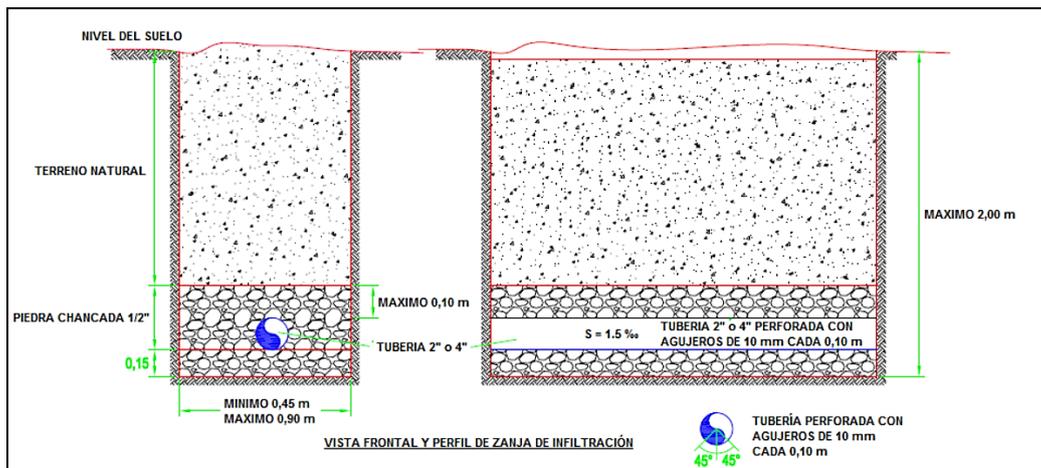


Figura 14. Vista y perfil de zanja de infiltración
Tomado de MVCS, 2108 (13)

Finalmente, para efectos de una mejor toma de decisiones respecto al sistema de Unidad Básica de Saneamiento más conveniente se adjunta en el Anexo 06 los siguientes planos:

- Plano de arquitectura
- Plano de estructuras
- Plano de instalaciones sanitarias

✓ **Comparación presupuestal**

El principal propósito de los planos generados para cada una de las opciones tecnológicas seleccionadas es determinar de manera certera los metrados, presupuestos y análisis de costos unitarios que corresponden a la implementación de estas.

Para lo cual, los resultados de cada uno de estos componentes son detallados en los anexos de la siguiente manera:

-Metrados – Anexo 07

-Presupuesto- Anexo 08

-Análisis de costos unitarios- Anexo 09

En cuanto a la elaboración del presupuesto, este es realizado con la asistencia del programa S10 Presupuesto; asimismo, los análisis de costos unitarios introducidos para la estimación de costo total de la implementación de cada UBS han sido realizados según los precios actualizados impuestos por la Cámara Peruana de Construcción (CAPECO).

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Resultados

4.1.1. Características de infiltración del suelo, propiedades del suelo y dotación de agua

4.1.1.1. Infiltración de suelos

Se realizó el test de Percolación de Suelos según lo especifica la Norma Técnica Peruana IS.020, para lo cual se aplicó el test en 6 hoyos excavados según las disposiciones de la norma; y en relación a los estudios de suelos planteados, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 11. Resultado promedio de las pruebas de percolación de suelos

N° de pozo	Tasa de infiltración (min/cm)	Velocidad característica de infiltración
1	2.31	Rápida
2	5.26	Intermedia
3	3.45	Rápida
4	12.24	Lenta
5	9.52	Lenta
6	3.31	Rápida
PROMEDIO	6.02	Intermedia

Este análisis tiene se ha realizado según los lineamiento de la Norma IS.020 (21), y se detalla el procedimiento en el Anexo 04 de la presente investigación.

Tabla 12. Análisis de tiempo versus altura de infiltración

N° de pozo	Muestras	H (cm)	Tiempo Parcial (min)	Tiempo Acumulad o (min)	Tiempo max/Hmax (min/cm)
1	1	2.85	10	10	2.31
	2	7.25	10	20	
	3	13.00	10	30	
2	1	1.75	10	10	5.26
	2	2.85	10	20	
	3	5.70	10	30	
3	1	1.90	10	10	3.45
	2	5.60	10	20	
	3	8.70	10	30	
4	1	0.90	10	10	12.24
	2	1.30	10	20	
	3	2.45	10	30	
5	1	0.70	10	10	9.52
	2	2.10	10	20	
	3	3.15	10	30	
6	1	2.45	10	10	3.31
	2	6.85	10	20	
	3	9.05	10	30	

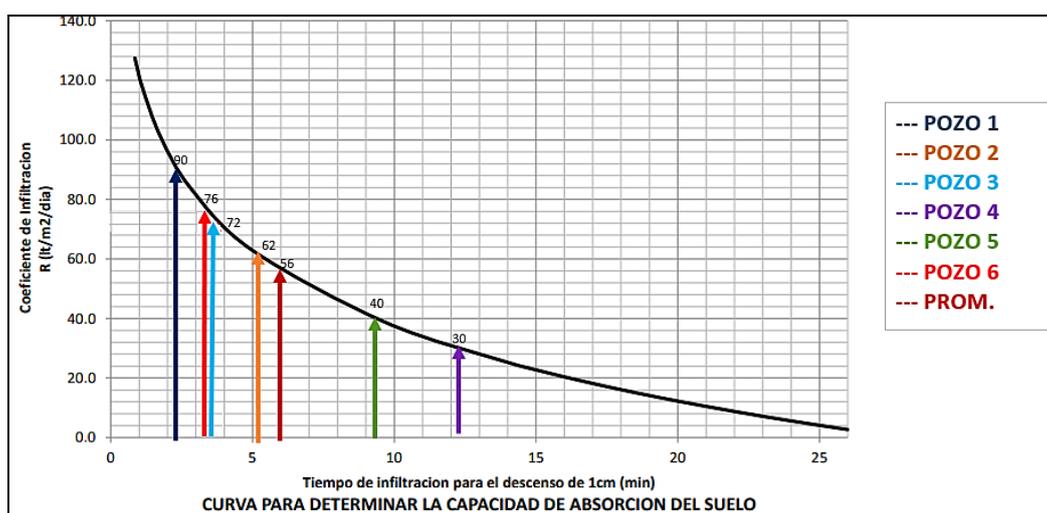


Figura 15. Determinación de la capacidad de absorción del suelo ensayado del centro poblado San Miguel

En este sentido, en la siguiente tabla se presentan los resultados obtenidos del Test de Percolación correspondiente.

Tabla 13. Velocidad de infiltración correspondiente a los pozos de ensayo del test de percolación

N° de pozo	Velocidad de infiltración	Coefficiente de Infiltración R (l/m ² /día)
1	Rápida	90
2	Intermedia	62
3	Rápida	72
4	Lenta	30
5	Lenta	40
6	Rápida	76

4.1.1.2. Propiedades de los suelos

En cuanto a la ubicación de los puntos tomados para la realización de calicatas, se realizó el siguiente croquis referencial de ubicación de cada una de estas.

Tabla 14. Relación de BM's tomados para la exploración y estudio de mecánica de suelos

BM	ZONA	COORDENADAS UTM		ALTITUD
		ESTE	NORTE	(m)
1		484886.00	8628221.00	3576
2		485105.00	8628185.00	3625
3	18L	485076.00	8627989.00	3664
4		485213.00	8628112.00	3667
5		484910.00	8628085.00	3607



Figura 16. Vista panorámica del BM's tomados para la exploración y estudio de mecánica de suelo centro poblado de San Miguel

Por otro lado, en cuanto a los resultados obtenidos del estudio de suelos correspondiente se observa que las características del suelo son las mostradas en la Tabla 4-5.

Tabla 15. Resumen de estudio de mecánica de suelos

BM (tomado de la Tabla 4-4)	Clasificación SUCS	Nivel freático alto
1	GC	No presenta
2	SC-SM	No presenta
3	SM	No presenta
4	GC	No presenta
5	SM	No presenta

4.1.1.3. Dotación de agua

La disponibilidad del recurso del agua genera la selección de uno u otro tipo de UBS.

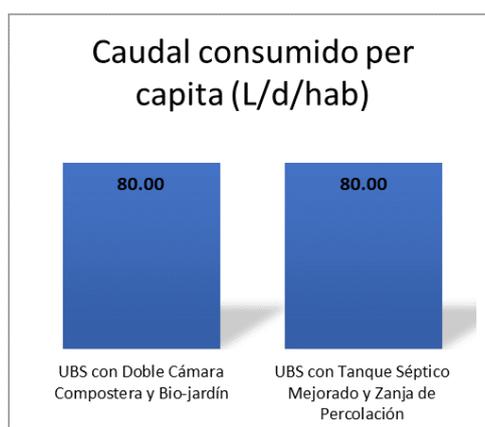


Figura 17. Comparación de consumo teórico de agua, de cada opción tecnológica

4.1.2. Elección de las alternativas viables de UBS.

La selección de las Unidades Básicas de Saneamiento fue realizada metódicamente según el Anexo 01 de la presente tesis.

Para lo cual, en primer lugar, fueron determinados los parámetros de diseño según el contexto del centro poblado de San Miguel, considerando dos escenarios posibles determinados por el análisis de percolación de suelos, cuyos resultados plantearon dos casos muy probables respecto a la permeabilidad del suelo. En consecuencia, para el caso de elección de Unidades Básicas de

Saneamiento que no aprovechan el arrastre hidráulico se planteó la existencia de un suelo impermeable; y, para el segundo caso, elección de Unidades Básicas de Saneamiento que aprovechan el arrastre hidráulico fue planteada la existencia de un suelo permeable.

Tabla 16. Parámetros según criterios de selección de Unidades Básicas de Saneamiento

Criterio de selección	
Disponibilidad de Agua	SI
Nivel Freático Alto	NO
Pozo de agua para consumo de agua cercano	NO
Zona Inundable	NO
Disponibilidad de terreno	SI
Suelo expansivo	NO
Suelo fisurado	SI
Suelo permeable	NO (caso 1) SI (caso 2)
Vaciado del depósito de excretas	SI
Aprovechamiento de residuos fecales	SI
Papel blando para limpieza anal	SI
Costo de mantenimiento	SI
Aceptabilidad de la solución	SI

Luego, con ayuda de las Figuras 12 y 13, fueron analizadas individualmente las opciones tecnológicas que se ajustan a los parámetros del centro poblado mediante el Algoritmo planteado por la Norma Técnica “Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural” (MCSV, 2018), cuyos resultados son mostrados a continuación:

Tabla 17. Opciones tecnológicas elegidas en función al algoritmo normado

Resultado por algoritmo	Algoritmo 1	Algoritmo 2
Unidad Básica de Saneamiento y Complemento de disposición de aguas residuales	UBS de doble cámara compostera con bio-jardín	UBS de tanque séptico mejorado con zanja de Infiltración

4.1.2.1. Diseño de cámaras composteras

Para el cálculo correspondiente al volumen de la cámara compostera, se empleó la ecuación 1 de la presente investigación. Por lo que el volumen estimado para las cámaras de compostaje será, determinado con las siguientes consideraciones para los parámetros de la fórmula mencionada:

Tabla 18. Parámetros para diseño de cámaras composteras

Parámetro	
Densidad de habitantes por vivienda	4.02 hab
Tasa de acumulación de residuos fecales	0.20 (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento 2006)
Periodo de acumulación y descomposición de residuos	1 año

En la Tabla 4-6, se observa en primer lugar la densidad poblacional de San Miguel, con valores que representan a la división directa entre el total de habitantes al año 2017 entre la cantidad de viviendas correspondientes al lugar. Por otra parte, es detallado la ratio estimado que sugiere la Norma IS.100 como el valor de 0.20 que corresponde al volumen fecal anual estimado por persona. Y, por último, se consideró el periodo de acumulación de desechos igual a un año, en razón del uso alternado entre las dos cámaras composteras, con la funcionalidad de usar las Unidades Básicas de Saneamiento de manera ininterrumpida durante el tiempo de vida de esta.

Una vez determinados los parámetros, se procedió a calcular el volumen de la cámara compostera de la siguiente manera:

$$V_c = \frac{4}{3} \times 4.02 \times 0.2 \times 1 \rightarrow V_c = 1.07 m^3$$

•Dimensionamiento de las cámaras de compostaje

Las dimensiones de la cámara fueron determinadas considerando un ancho máximo igual a la mitad del ancho de la caseta que corresponde a este sistema alternativo, es decir un ancho igual 1.05 m; y, un largo igual al 60 % del largo máximo de la caseta, es decir 1.20 m. Por lo que, se contempla una altura útil igual a 0.85 m. Sin embargo, con la finalidad de obtener una altura libre como lo

describe la norma, se ha planteado la altura de 1.15m, respecto a la cual la altura útil correspondería al 75 % de esta.

Tabla 19. Dimensiones de cámara compostera

Dimensión	Medida (m)
Alto	1.15
Largo	1.20
Ancho	1.05

•Dimensionamiento de la caseta para la UBS

La caseta de la UBS-COM comprende las siguientes estructuras e instalaciones: estructura y arquitectura de la caseta, losa base de la caseta; instalaciones sanitarias, aparato sanitario especial; tubería de ventilación, taza especial para excretas en UBS-COM; 02 cámaras composteras y sus respectivos elementos y una losa de base. Los planos correspondientes al diseño de la caseta fueron incluidos en el Anexo N°05 de la presente tesis, y fueron elaborados según los lineamientos propuestos por la Norma Técnica Peruana “Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural” (MCSV, 2018) y según el Anexo N°02 de esta tesis, con el siguiente contenido:

- Planos de arquitectura
- Planos de estructuras
- Planos de instalaciones eléctricas
- Planos de instalaciones sanitarias

•Diseño de bio-jardín como humedal artificial

El propósito del bio-jardín como complemento de disposición de aguas residuales fue realizado de manera metódica según Norma Técnica Peruana “Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural” (MCSV, 2018) y según el Anexo N°02 de esta tesis.

•Diseño de humedal

En primer lugar, se estimó el caudal de aguas residuales por familia, considerando la Ecuación 2, con los siguientes parámetros: un total de 4.02

miembros por familia, y un caudal estimado 80 litros diarios como se refirió en la bibliografía. Por lo cual, el caudal será igual a:

$$Q = 0.80 \times 4.02 \times 80; \text{ entonces, } Q = 257.28 \text{ litros por día}$$

Luego, se procedió a estimar la carga de DBO5 según la ecuación 4, resultado un contenido de DBO5 igual 937.5mg/l; y, con una estimación de reducción al 85% de reducción del contaminante (Marzec et al. 2018) se estima una reducción del contaminante a un valor de 140.63mg/l. A continuación, se utilizó la ecuación 3 en conjunto con los valores provistos por la Tabla 3-5, para obtener el valor de la constante de reacción de primer orden para el contaminante DBO5, para lo cual se utilizó la temperatura media en el año en el centro poblado, que corresponde a 15 °C. De esta forma, se estima el valor de $kt = 0.51 \text{ d}^{-1}$.

En consideración de los valores recomendados por Wallace (Wallace y Kadlec 2009) se utilizaron los valores de 0.60m para la profundidad del humedal, un factor de porosidad humedal igual a 0.65. Los cuales fueron utilizados en la Ecuación 5, resultando en la necesidad del área superficial requerida de 2.534m².

En consideración, del ancho del humedal recomendado por Wallace y Kadlec (25) igual a 1.50 metros, se obtiene el siguiente dimensionamiento para el Bio-jardín:

Tabla 20. Dimensiones de cámara compostera

Dimensión	Medida (m)
Alto	0.60
Largo	2.00
Ancho	1.50

Finalmente, los planos correspondientes al humedal fueron detallados y adjuntos al Anexo N°05 de la presente investigación.

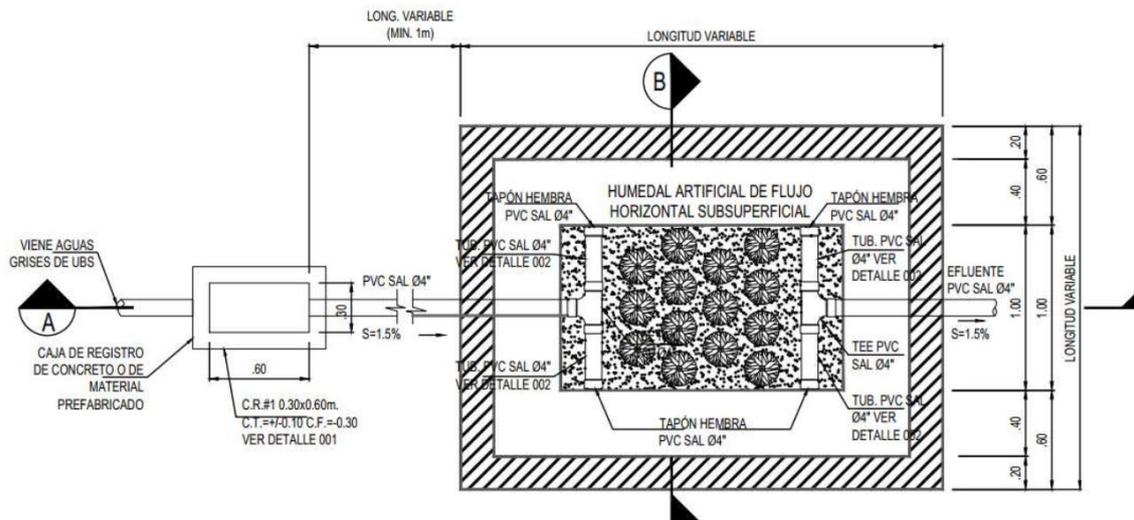


Figura 18. Vista en elevación del humedal artificial Tomado de MVCS, 2108 (13)

4.1.2.2. Diseño de la unidad básica sanitaria de tanque séptico mejorado con zanja de infiltración

•Caseta de UBS

La caseta comprende las siguientes estructuras e instalaciones: estructura y arquitectura de la caseta, losa base de instalación sanitarias, y tubería de ventilación. Asimismo, contiene instalaciones de aseo personal y un lavadero multipropósito, por lo cual las instalaciones de desagüe de todas las instalaciones que generan aguas grises son conectadas al colector de aguas grises que deriva en el tanque séptico mejorado. Los planos correspondientes al diseño de la caseta fueron incluidos en el Anexo N°06 de la presente tesis, y fueron elaborados según los lineamientos propuestos por la Norma Técnica Peruana “Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural” (13) y según el Anexo N°02 de esta tesis, con el siguiente contenido:

- Planos de arquitectura
- Planos de estructuras
- Planos de instalaciones sanitarias

•Sistema de ventilación

El sistema de ventilación utilizado es el que conecta la red de ventilación del inodoro con la red de ventilación del tanque séptico, de manera que los gases

producidos en este último no sean perjudiciales para el normal funcionamiento del sistema. La tubería utilizada corresponde la tubería PVC de 2" de diámetro.

•Red de recolección de caudales

Los aparatos sanitarios que están conectados a la red de recolección de aguas grises, deben de estar conectados a esta mediante tuberías de 2" de diámetro con excepción de la que conduce las aguas grises del inodoro que debe ser de 4". Por otro lado, el diámetro de la tubería de desagüe de la red de recolección de aguas grises debe ser igual a 4".

•Caja de registro del sistema

La caja de registro del sistema tiene las dimensiones de 0.60m x 0.25m x 0.50m, cuyos detalles de cortes e instalación están detallados en la lámina N°15 del Anexo 06 de la presente tesis.

•Diseño de tanque séptico mejorado

✓Parámetros necesarios para el diseño del tanque

Los parámetros necesarios para el cálculo del diseño del tanque séptico mejorado se encuentran en la Norma Técnica Peruana IS.020: Tanque Séptico. En ese sentido, los parámetros referidos son presentados en la siguiente tabla:

Tabla 21. Parámetros necesarios para el diseño del tanque séptico mejorado

Parámetro	Cantidad	Referencia
Ratio de personas por familia	P=4.02 hab/viv	
Caudal estimado de aporte unitario	q= 64 L-hab ⁻¹ -dia ⁻¹	Norma OS.100 (MCSV, 2006)
Periodo de retención de lodos	N= 1 año	
Temperatura promedio	T 12°C	

•Cálculo del volumen del tanque séptico

✓Tiempo de retención del contenido del tanque

El tiempo corresponde a la cantidad de horas que toma una unidad de agua en ser tratada a lo largo del sistema del tanque séptico, para esto se utilizó la ecuación planteada en el Acápito 6.2 de la Norma IS.020: Tanque séptico (21),

de manera que se calcula que el periodo de retención del agua será igual 17.77 horas.

✓Volumen del tanque séptico

-Volumen requerido para la sedimentación (V_s)

Este volumen corresponde a la ratio de deposición de solidos según el tiempo de retención dentro del tanque séptico. Y, se calcula según la Ecuación propuesta en el acápite 6.3.1. de la Norma IS.020: Tanque séptico (21).

En ese sentido, se calcula el $V_s = P \cdot Q_a \cdot P_r / 1000$ entonces V_s será igual a $0.25m^3$.

-Volumen de almacenamiento de lodos y de digestión (V_d)

Este volumen se determina según la Ecuación propuesta en el acápite 6.3.2. de la Norma IS.020: Tanque séptico (21).

En ese sentido, se calcula el $V_d = P \cdot N \cdot t_a / 1000$, de donde la norma sugiere el valor de t_a igual a 70, con lo que finalmente se obtiene el valor de V_d igual a $0.35m^3$.

Finalmente, se estima el volumen total del tanque séptico como la sumatoria entre el volumen requerido para sedimentación y el volumen de almacenamiento de lodos y de digestión. Entonces, V_f será igual $0.60m^3$, por lo que se utilizó la capacidad comercial más cercana a 600L.

✓Dimensionamiento del tanque séptico

La norma explica los detalles para el dimensionamiento y altura estimada de profundidad de la excavación para la instalación del tanque séptico, todo lo cual es detallado en la Norma IS.020, en el Anexo N°02; y, en la norma técnica OS.090.

En ese sentido, se planteó el diámetro de la parte inferior del tanque séptico de un diámetro igual a 0.25m. con un cuello de 0.05cm; a partir del cual se establece un ángulo de 30° a lo largo de una altura igual 0.32m. El objetivo del dimensionamiento es asegurar que el contenido de lodos producto del

tratamiento de residuos fecales sea contenido por el volumen cónico y el volumen circular del tanque séptico. En ese sentido, el volumen que debe ser contenido es igual a V_d , el cual se ha calculado para un volumen de 0.35m^3 . Luego, el dimensionamiento procedió con el cálculo de las demás dimensiones, para lo cual se plantea la siguiente figura:

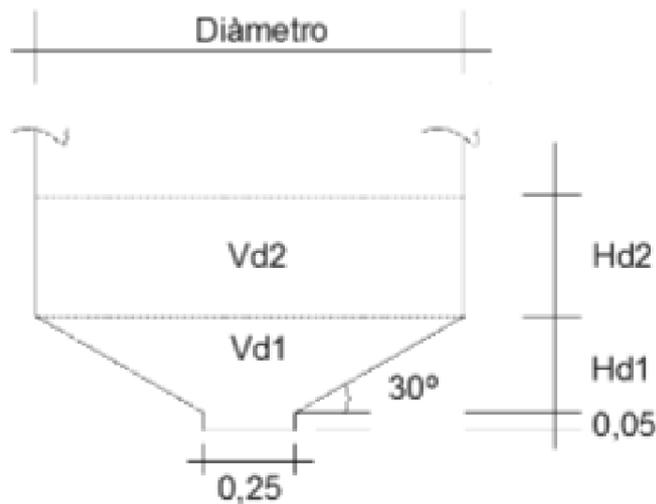


Figura 19. Croquis para dimensionamiento de tanque séptico

-Altura y digestión de almacenamiento de lodos

El cálculo del diámetro de la figura se realizará mediante el uso trigonométrico de las medidas, por lo que:

$\text{Diámetro} = 0.25 + \cot(30^\circ) * Hd1 * 2$; de donde se obtuvo que el diámetro del cuerpo cilíndrico sería igual a 1.289m ., el cual cumple con las condiciones planteadas por el acápite 6.1.2 de la Norma Peruana IS.020 de ser mayor a 1.10m .

Luego, se procedió a calcular el volumen contenido por V_{d1} , el cual se calculó según la fórmula para obtener el volumen de una sección cónica, fórmula que es planteada a continuación:

$$V_{d1} = \frac{\pi}{3} * Hd1 * \left(\left(\frac{D_{may}}{2} \right)^2 + \left(\frac{D_{men}}{2} \right)^2 + \left(\frac{D * d}{4} \right) \right) ; \text{ de donde se obtuvo que el}$$

valor de V_{d1} es igual a 0.17m^3 .

Luego, se procedió a calcular el volumen contenido en la sección superior a la sección cónica, para la cual se igualo el valor de $Vd2$ como la diferencia entre Vd y $Vd1$. Asimismo, se planteó como la fórmula para estimar el volumen según la fórmula de cálculo de un cilindro:

$$Vd2 = Vd - Vd1 = \frac{\pi}{3} * Hd2 * \left(\frac{Dmay}{2}\right)^2; \text{ consecuentemente con un valor de } Vd2$$

igual $0.18m^3$, se despejo la altura $Hd2$ con un valor igual a 0.138 m.

Finalmente, se obtuvo la altura de digestión y almacenamiento de lodos Hd , que es igual a $Hd1$ más $Hd2$, con lo cual se obtuvo el valor de 0.458 m.

-Profundidad mínima para la sedimentación de los sólidos en el tanque séptico

El propósito del presente cálculo fue estimar la profundidad mínima que asegure la sedimentación de los residuos sólidos contenido en el tanque séptico, para lo cual se utilizó la norma IS.020: Tanque Séptico (21).

En principio, se utiliza la ecuación planteada en el Acápite 6.4.5. de la IS.020. siguiente manera:

$$Hs = \frac{Vs}{A} = \frac{0.24}{\frac{\pi * D^2}{4}}; \text{ de donde se obtuvo que } Hs \text{ es igual a } 0.184m; \text{ y, por otro lado,}$$

se obtuvo que el área A es igual a $1.305m^2$.

A continuación, se procedió con el uso de la ecuación del Acápite 6.4.4. de la Norma IS.020 que especifica que la profundidad libre de lodos (Ho) debe ser mayor a $0.30m$ e igual a la siguiente expresión:

$$Ho = 0.82 - 0.26xA = 0.48m$$

Como se observa, la profundidad libre de lodos cumplió con la condición. Luego, de esto se verifica que para esta altura exista una altura libre mínima

igual a 0.10m. (Acápite 6.4.5. de la Norma IS.020); con lo cual el valor profundidad de espacio libre mínima sería igual a $H1=0.58$ m.

Finalmente, se determinó la altura de profundidad mínima para la sedimentación de los sólidos como el mayor de los valores entre H_s y $H1$; siendo la altura predominante la altura $H1$ igual a 0.58m.

-Profundidad mínima requerida para la sedimentación (H_e)

Por último, se procedió a determinar la altura mínima para que la sedimentación, que es expresada en el Acápite 6.4.1. de la Norma IS.020, con un valor que es igual $0.70/A$, de donde se obtuvo que H_e es igual a 0.536m.

- Profundidad operativa del tanque séptico (H_t)

Finalmente, se determinó la altura operativa del tanque séptico como la sumatoria entre los valores de H_d , $H1$, y H_e , donde H_t sería igual a 1.57m.

4.2.2.4. Caja de lodos

El propósito de la caja de lodos es evacuar de manera periódica los residuos acumulados en el tanque séptico, para lo cual fue planteado a lado del tanque séptico, con las dimensiones de 0.60 m x 0.60 m; y, una profundidad de 0.80 m. El mismo fue dibujado en la lámina N°15 del Anexo N°06 de la presente investigación.

✓Diseño de la zanja de infiltración

En primer lugar, se determinó el caudal de aporte unitario producto del uso de aguas residuales, el cual determino un caudal igual 257.28 litros/día. A continuación, mediante, el uso del valor medio estimado de la prueba de percolación de suelos se determinó gráficamente en la gráfica 1 del Anexo de la Norma Peruana IS.020: Tanque Séptico. El valor que se obtuvo fue R igual $59.94 \text{ L}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$. En función a este valor se determinó de manera directa el área necesaria para plantear las zanjas de percolación según la ecuación 7 de la presente investigación, correspondiendo el valor de 4.58m^2 . Luego, se consideró dos zanjas, con un ancho cada una de 0.80m, según los límites planteados por la norma IS.020; y, con una altura igual a 0.60 m separadas por una longitud

entre eje y eje de 1.50 m, siendo las dimensiones las zanjas de percolación las siguientes:

Tabla 22. Dimensiones de pozas de percolación

Dimensión	Medida (m)
Altura	0.60
Ancho	0.80
Largo	3.00

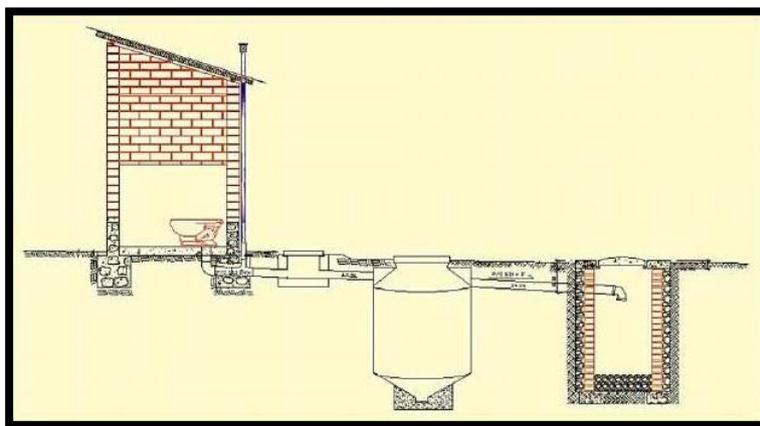


Figura 20. Vista en elevación de UBS con tanque séptico mejorado y zanja de infiltración
Tomado de MVCS, 2108 (13)

4.1.3. Comparación presupuestal entre opciones elegibles.

Los resultados del análisis presupuestal se plasmaron en los Anexos N°08 y N°09, para lo cual se ha considera los costos unitarios propuestos por CAPECO y se realizó el metrado de los componentes de cada una de las dos opciones elegibles. En ese sentido, se muestra a continuación el resumen del presupuesto de las Unidades Básicas de Saneamiento analizadas.

Tabla 23. Análisis comparativo entre propuestas elegibles

Propuesta	Presupuesto (S/.)
UBS con doble cámara compostera y bio-jardín	12,198.61
UBS con tanque séptico mejorado y zanja de percolación	16,205.98

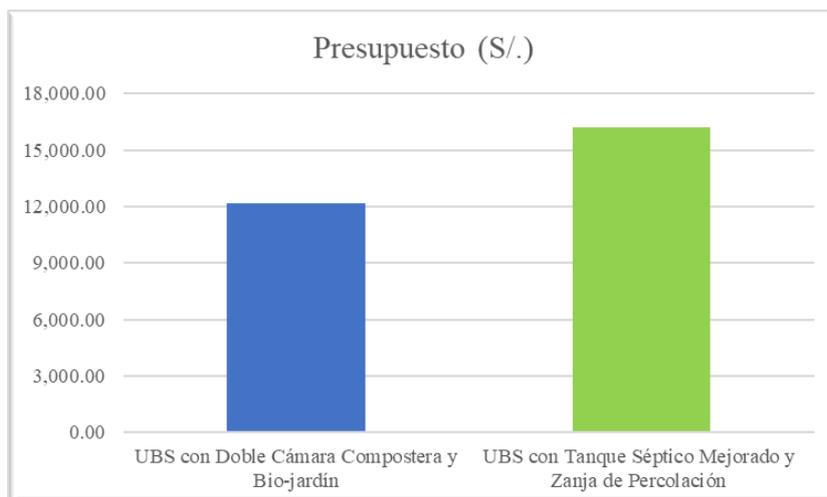


Figura 21. Comparación presupuestal entre las alternativas seleccionadas

4.2. Discusión de resultados

4.2.1. Características de infiltración del suelo, propiedades del suelo y dotación de agua

4.2.1.1. Infiltración de suelos

En la Tabla 11, se observan los resultados resumidos, en donde se muestra la tasa de infiltración resultante del análisis de percolación de suelos, con una tendencia a valores de infiltración rápida denotan la presencia de permeabilidad; sin embargo, dentro del análisis general de los casos y en consecuencia a los resultados del estudio de mecánica de suelos, se ha determinado el valor promedio, con una velocidad característica de infiltración intermedia. En este sentido, los resultados obtenidos en los ensayos N°1, 3, y 6 cumplen con las condiciones para el planteamiento de UBS de Tanque Séptico Mejorado; en tanto que, los resultados de los pozos N°2, 4, y 5 cumplen con las condiciones para el planteamiento de UBS de doble Cámara Compostera.

Este resultado, ha tomado en cuenta la forma de promedio que se ha realizado en ensayos similares (6) (21) en los cuales se muestra que, así como en la presente investigación, existen variantes en los resultados obtenidos por la prueba de infiltración de suelos. Por su parte, la Norma Técnica Peruana IS 020 (21) estipula que este es un método que se realiza en un lugar específico mas no un conjunto de lugares. Por lo que, el resultado general obtenido, así como el que se ha revisado en la bibliografía pertinente, cumple con ser conservador y

necesario para determinar los diseños posteriores de las Unidades Básicas de Saneamiento.

4.2.1.2. Propiedades del suelo

Los resultados del estudio de mecánica de suelos indican que el suelo sobre el cual se planeó implementar el diseño de las UBS elegibles mostrados en la Tabla 15, muestran que existen suelos medios, es decir, suelos gruesos con presencia de suelos finos entre un 5 % y 12 % (1). Al respecto, y en concordancia con los algoritmos mostrados en las Figuras 12 y 13, se ha determinado que no hay indicios importantes de presencia de suelos expansivos, ya que los suelos son en su mayoría conformados por presencia de gravas y arenas, así como se ha observado en las investigaciones de Moreno (6) e Irigoien (8). Asimismo, dada la presencia de suelos gruesos, en su mayoría arcillas, se ha determinado en los algoritmos mostrados en las Figuras 12 y 13 que existe facilidad de excavación en los terrenos analizados.

Por otro lado, se comparó la metodología de elección para suelo permeable ante la presencia de suelos medios ,según Tilley (26) y las operaciones realizadas en las investigaciones de Moreno (6) e Irigoien (8), por lo que se establecieron dos opciones ilustradas en los algoritmos mostrados en las Figuras 12 y 13. Y esto son: según las calicatas N°3 y 5, se eligió un suelo permeable; y, según las calicatas N°1, 2, y 6, se eligió un suelo impermeable.

4.2.1.3. Dotación de agua

Los caudales de diseño de ambas opciones corresponden a un caudal de diseño igual a $80 \text{ l.hab}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$, como lo recomienda la Tabla 13. Por lo que, teóricamente, el caudal de consumo teórico entre ambas opciones se da según la siguiente figura. Sin embargo, una de las principales propiedades que aprovecha la opción de doble cámara compostera y bio-jardín es que el consumo teórico de caudal de agua es usado para el tratamiento de los desechos líquidos únicamente, sin que el uso de agua sea obligatorio; ya que, cuenta con un sistema especial que separa los residuos líquidos de los residuos sólidos. Por lo que el uso de agua en este caso es reducido. Por esta razón, es que esta tecnología de UBS es llamada UBS sin arrastre hidráulico; en

contraste, el uso de agua de la opción de tanque séptico mejorado y zanja de percolación, requiere de manera necesaria y obligatoria el uso del caudal estimado para su normal funcionamiento. (6)

4.2.2. Elección de las alternativas disponibles de Unidades Básicas de Saneamiento

Las Unidades Básicas de Saneamiento que fueron planteadas en la presente investigación están contempladas dentro de la normatividad peruana; sin embargo, es necesario que las condiciones de aplicabilidad restrinjan el uso de estas tecnologías por factores adicionales como lo son la ubicación geográfica de la zona de estudio, y su factibilidad de transporte de materiales y mano de obras; asimismo, es necesario que se planteen limitantes respecto al clima, aunque si bien es cierto se plantean las UBS para zonas inundables, existen climas que no favorecen el buen funcionamiento de los sistemas que utilizan procesos anaeróbicos para el procesamiento de residuos sólidos o para el proceso de tratamiento de las aguas residuales, ya que estos sistemas han sido diseñados para zonas con un clima cálido o tropical (27) y (28)

En cuanto a la disponibilidad bibliográfica, la información disponible tanto en español como en inglés sobre Unidades Básicas de Saneamiento hayan sido normas que se contextualizan para países del tercer mundo (3) (26) (2) , lo cual es coherente con la necesidad de saneamiento planteada como un derecho básico por la Organización de las Naciones Unidas (29). En cuanto a la continuidad de la investigación de tecnologías aplicables en zonas rurales, es necesario que se implementen y mejoren las normativas en función a la investigación sobre nuevas tecnologías que ofrezcan el derecho de saneamiento a las personas.

Respecto a los resultados de los diseños, es necesario mencionar que se debe restringir el uso de humedales, así como el uso de tanque séptico a zonas cálidas, ya que el diseño para zonas con clima frío sugieren un dimensionamiento mucho mayor comparativamente hablando con el que se da en climas más tropicales. (30)

4.2.3. Comparación presupuestal de las opciones elegibles

Como se observa en la Tabla 23 y en la Figura 22, la comparación presupuestal entre ambas propuestas demostró que la UBS de doble cámara compostera con bio-jardín es una opción más económica que la UBS de tanque séptico mejorado y zanja de percolación. Por lo que, en cuanto al aspecto económico se confirma mediante la tabla presentada que la UBS de tanque séptico mejorado es el Sistema de Saneamiento Alternativo que debe ser elegido para su implementación en el centro poblado de San Miguel.

En cuanto a la comparación realizada entre las opciones tecnológicas es necesario que se planteen ratios sobre el costo estimado de cada una de las Unidades Básicas de Saneamiento, así como de los complementos de disposición de aguas residuales. Adicionalmente, se contempló en la investigación que existen otras formas de realizar comparaciones entre opciones, dentro de las cuales la que más se ajusta al desarrollo sostenible, concepto que es tan necesario hoy en día para el desarrollo de tecnología eco amigable, es la comparación que contempla el ciclo de vida de los productos derivados de cada una de las tecnologías utilizadas (31) (32) (33)

4.3. Prueba de hipótesis

Hi: Se ha corroborado que los estudios realizados en la presente tesis, han sido suficientes para determinar las propiedades de los suelos, y características de infiltración; por otro lado, la información respecto a la dotación de agua, se ha estimado según las normas técnicas peruanas. Por lo cual, esta hipótesis es aceptada dentro del contexto de la presente investigación.

Hii: El diseño planteado en la presente investigación determina el dimensionamiento de los componentes de saneamiento de las Unidades Básicas de Saneamiento; sin embargo, no se determina de manera directa el dimensionamiento de los componentes que no incluyen al saneamiento, por lo tanto, es necesario realizar cálculos adicionales para las áreas de estructuras, arquitectura, instalaciones eléctricas y sanitarias. Por lo tanto, esta hipótesis no es aceptada dentro del contexto de la presente investigación.

Hiii: La comparación presupuestal es una forma de comparar de manera directa dos alternativas; sin embargo, no es la única forma en que se pueden evaluar las alternativas. Por lo que, esta hipótesis no es aceptada dentro del contexto de la presente investigación.

CONCLUSIONES

1. Se ha podido verificar que la normatividad peruana para el planteamiento de opciones alternativas de saneamiento es aplicable en las zonas rurales del Perú, sin embargo, las opciones tecnológicas referenciadas no han sido desarrolladas con mayor profundidad, por lo que ha sido necesario la referenciación de fuentes internacionales para tener un mejor alcance de estas.
2. Los criterios necesarios para la selección de Unidades Básicas de Saneamiento planteados por la normatividad peruana han sido suficientes para realizar la elección de las opciones disponibles dentro de la normatividad peruana; sin embargo, existen factores que no han sido contemplados, tales como el clima, facilidad de transporte, y facilidad de acceso.
3. Los diseños planteados por la normatividad peruana han sido suficientes para diseñar los elementos alternativos de saneamiento, sin embargo, son suficientes para poder hacer la realización de los planos, los cuales requieren el diseño estructural, arquitectónico y de instalaciones eléctricas y sanitarias.
4. La comparación presupuestal no es la única forma de realizar comparaciones entre opciones tecnológicas; sin embargo, es una buena opción para determinar la disposición económica necesaria para la implementación de esta tecnología. Asimismo, se ha podido observar que hay otras formas de realizar comparaciones entre dos opciones, tales como la comparación desde el ciclo de vida de los productos, que no solo contempla los costos económicos y ambientales durante la construcción, sino también los contempla desde su extracción como materia prima, hasta los ciclos de operación, mantenimiento y demolición.

5. Finalmente, se ha elegido como mejor opción según el aspecto presupuestal la opción de Unidades Básicas de Saneamiento, que contempla el uso de doble cámara compostera y bio - jardín. Ya que la comparación presupuestal entre ambas propuestas demostró que la UBS de Doble Cámara Compostera con bio-jardín es una opción más económica que la UBS de Tanque Séptico Mejorado y Zanja de Percolación. Por lo que, en cuanto al aspecto económico se confirma mediante la tabla presentada que la UBS de Tanque Séptico Mejorado es el Sistema de Saneamiento Alternativo que debe ser elegido para su implementación en el centro poblado de San Miguel.

RECOMENDACIONES

1. Es necesario mencionar que la utilización de Unidades Básicas de Saneamiento como sistemas alternativos de saneamiento en zonas rurales es un contexto que se ajusta más a países no industrializados o de tercer mundo, por lo que es necesario que se continúe con la investigación para la optimización en el uso e implementación de estas tecnologías desde los países involucrados.
2. Es necesario que sea restrictivo el uso de humedales en zonas de clima frío, porque esto implica un uso sobredimensionado de terreno disponible frente a otras opciones tecnológicas. Asimismo, es necesario que se analicen los factores de accesibilidad de transporte, en razón de que existen zonas rurales que no pueden aprovechar el uso de estas tecnologías.
3. La realización del diseño e implementación de Unidades Básicas de Saneamiento es un proyecto interdisciplinario por lo que es necesario que se planteen modelos establecidos de sus componentes.
4. La comparación entre dos alternativas puede ser realizada desde diferentes aspectos, por lo que es un tema completo de investigación. En ese sentido, los estudios comparativos se pueden explayar más allá de los límites que plantea la presente investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1.ASTM, 2000. Standard Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System) ASTM D2487-00. Anual book of ASTM. Committee D18.07 on Identification and Classification of Soils [en línea] June 2006,04, pp. 249-260. [fecha de consulta: 7 de enero de 2022] Disponible en: www.astm.org.
- 2.ULRICH, L., SALIAN, P., SAUL, C., JUSTRICH, S. y LUTHI, C.,. Assessing the Costs of on-site sanitation facilities. [en línea] 2016, March, pp. 27. Disponible en: https://www.eawag.ch/fileadmin/Domain1/Abteilungen/sandec/publikationen/SESP/Sanitation_Technology/Costing_Report__2016.pdf.
- 3.APPIAH-EFFAH, E., DUKU, G.A., AZANGBEGO, N.Y., AGGREY, R.K.A., GYAPONG-KORSAH, B. y NYARKO, K.B.,. Ghana's post-MDFS, sanitation situation: An overview. *Journal of Water Sanitation and Hygiene for Development*. 2019, 9 (3),397-415. ISSN 24089362. DOI 10.2166/washdev.2019.031.
4. DUKU, G.A., APPIAH-EFFAH, E., NYARKO, K.B. y DWUMFOUR-ASARE, B. Early live-prototype testing of a low-cost latrine technology for rural and peri-urban communities: The case of a modified pour-flush latrine. *Scientific African*. 2020, 8. ISSN 24682276. DOI 10.1016/j.sciaf.2020.e00338.
- 5.POMA, O. y ROJAS, C., 2018. Determinación del grado de sostenibilidad de las Unidades Básicas de Saneamiento de arrastre hidráulico con pozo séptico y con biodigestor del distrito de Huanca Huanca- Angaraes-Huancavelica. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica, 2018, 91 pp.

6. MORENO, J. Estudio comparativo de las Unidades Básicas de Saneamiento de arrastre hidráulico con biodigestor y sanitario ecológico seco en el caserío de Retambo, distrito de Quiruvilca, Santiago de Chuco. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo, 2018, 165 pp.
7. HUAMÁN, L. Sistema de saneamiento del anexo de Ccahuanamarca del distrito de Colta, Provincia de Paucar del Sara Sara - Ayacucho [en línea]. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2101/T01-M673-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
8. DA COSTA, G. y SAAVEDRA, B. Estudio de suelos para la determinación de la Unidad Básica de Saneamiento en la localidad de Barrio Florido - distrito de Punchana- Loreto. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima.: Universidad Científica del Perú. 2016, 161 pp.
9. SCHERTENLEIB, R., LÜTHI, C., PANESAR, A., BÜÜRMA, M., KAPUR, D., NARAYAN, A.S., PRES, A., SALIAN, P., SPUHLER, D. y TEMPEL, A., 2021. A Sanitation Journey – Principles, Approaches & Tools for Urban Sanitation. , March, pp. 80.
9. OLSCHESKI, A. y CASEY, V. Processes for strengthening the sustainability and scalability of WASH services: Development of the Technology Applicability Framework and Guidance for Technology Introduction – Research Report. 2013 - september, pp. 1-53.
10. CÁCERES, H., 2018. Principios para la construcción y mantenimiento de tu sistema de saneamiento.[en línea]. La Paz, Bolivia, 2018, [fecha de consulta: 11 de enero de 2022]. Disponible en: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/751681563805408566/pdf/Principios-para-la-construccion-y-mantenimiento-de-tu-sistema-de-saneamiento.pdf>.
11. WALLACE, S. y KADLEC, R., 2009. Treatment Wetlands. Second Edi. Boca Raton: Taylor & Francis Group. ISBN 9781566705264.

12. RAYMUNDO J. Modelo de tratamiento de aguas residuales mediante humedal artificial de flujo superficial en el centro poblado La Punta - Sapallanga. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú, 2017, 193 pp.
13. MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO, Reglamento Nacional de Edificaciones. Diario El Peruano [en línea], 2006, pp. 297. [fecha de consulta: 14 de enero de 2022]. Disponible en: [http://www.urbanistasperu.org/rne/pdf/Reglamento Nacional de Edificaciones.pdf](http://www.urbanistasperu.org/rne/pdf/Reglamento_Nacional_de_Edificaciones.pdf).
14. IZOD, E.J. y ANNE, Q., 1990. Advances in Water Pollution Control. Constructed Wetlands in Water Pollution Control, pp. ii. DOI 10.1016/b978-0-08-040784-5.50001-2.
15. HLUSTIK, P. y RACLAVSKY, J., 2020. Water quality comparison for various drainage systems for 2000 equivalent population. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Scienc.*, 444 (1). ISSN 17551315. DOI 10.1088/1755-1315/444/1/012019.
16. FERNANDEZ, C. y BAPTISTA, P. *Metodología de la investigación*. 6o Ed. Mexico DC. McGRAW-HILL, 2014. ISBN 9781456223960.
17. ÑAUPAS, H., MEJÍA, E., NOVOA, E. y VILLAGÓMEZ, A. *Metodología de la investigación cuantitativa- cualitativa y redacción de la tesis*. 3a Ed. Bogotá-Colombia: Ediciones de la U, 2013. ISBN 9789587621884.
18. FORECA, 2021. *Reporte climatológico del distrito de Moya*. [en línea]. Disponible en: <https://www.foreca.com/es/103934538/Moya-Provincia-de-Huancavelica-Peru>.
19. GOBIERNO REGIONAL DE HUANCVELICA. Actualización del estudio de diagnóstico y zonificación para el tratamiento de la demarcación territorial de la provincia de Huancavelica. [en línea]. Huancavelica, 2014. [fecha de

consulta: 11 de enero de 2022]. Disponible en: http://sdot.pcm.gob.pe/wp-content/uploads/2016/06/EDZ_HUANCAVELICA_2014.pdf

- 20.MVCS. *Norma técnica de diseño: opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural – 2018*. [en línea] Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2018, pp. 193. [fecha de consulta: 11 de enero de 2022] Disponible en: www.vivienda.gob.pe.
- 21.ALARCÓN, H.T., ZURITA, M.F., LARA, B.J.A. y VIDAL, G. *Humedales de tratamiento: alternativa de saneamiento de aguas*. 1° Edición. Bogotá-Colombia: Pontificia Universidad Javeriana Bogotá, 2018. ISBN 9789587812350.
- 22.DIARIO EL PERUANO. *Norma IS.020 tanques sépticos*. » [en línea] Diario oficial El Peruano 2006. [fecha de consulta: 14 de enero de 2022]. Disponible en: <https://docplayer.es/20088631-Propuesta-de-norma-is-020-tanques-septicos.html>
- 23.PROCON. *Ficha técnica de biodigestor autolimpiable. Rotoplas Biodigestores* [en línea] 2018 [fecha de consulta: 14 de enero de 2022] Disponible en: <http://www.proconsrl.com/pdfs/3.pdf>
- 24.WALLACE, S. y KADLEC, R. *Treatment Wetlands. Second Edi*. Boca Raton: Taylor & Francis Group, 2009. ISBN 9781566705264.
- 25.TILLEY, E., ULRICH, L., LÜTHI, C., REYMOND, P. y SCHERTENLEIB, R.,. Compendio de sistemas y tecnologías de Instituto Federal Suizo para la Ciencia y la Tecnología Acuática [en línea] Eawag, 2018 [fecha de consulta: 27 de enero de 2022] Disponible en: https://www.pseau.org/outils/ouvrages/eawag_wsscc_compendio_de_sistemas_y_tecnologias_de_saneamiento_2008.pdf
- 26.VYMAZAL, J. Removal of nutrients in various types of constructed wetlands. *Science of the Total Environment*. Julio - 2007 380 (1-3), 48-65. ISSN 00489697. DOI 10.1016/j.scitotenv.2006.09.014.

27. GALLEGO, A., HOSPIDO, A., MOREIRA, M.T. y FEIJOO, G. Environmental performance of wastewater treatment plants for small populations. *Resources, Conservation and Recycling*, 2008,2 (6), 931-940. ISSN 09213449. DOI 10.1016/j.resconrec.2008.02.001.
28. OBLITAS, L. *Servicios de agua potable y saneamiento en el Perú: Beneficios potenciales y determinantes de éxito*. Naciones Universidad Santiago de Chile: Naciones Unidas, 2010. ISBN 9780874216561.
29. IZOD, E.J. y ANNE, Q., *Advances in Water Pollution Control. Constructed Wetlands in Water Pollution Control*, 1990. DOI 10.1016/b978-0-08-040784-5.50001-2.
30. LORENZO-TOJA, Y., VÁZQUEZ-ROWE, I., CHENEL, S., MARÍN-NAVARRO, D., MOREIRA, M.T. y FEIJOO, G. Eco-efficiency analysis of Spanish WWTPs using the LCA+DEA method. 2015, 68, 651-666. ISSN 18792448. DOI 10.1016/j.watres.2014.10.040.
31. BRIX, H. How «green» are aquaculture, constructed wetlands and conventional wastewater treatment systems? *Water Science and Technology*. [en línea] 1999, 40 (3), 45-50. ISSN 02731223. DOI 10.1016/S0273-1223(99)00418-7. [fecha de consulta: 7 de febrero de 2022] Disponible en: [http://dx.doi.org/10.1016/S0273-1223\(99\)00418-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0273-1223(99)00418-7).
32. VÁZQUEZ-ROWE, I., KAHHAT, R. y LORENZO-TOJA, Y. Natural disasters and climate change call for the urgent decentralization of urban water systems. *Science of the Total Environment* [en línea] 2017, 605-606, 246-250. ISSN 18791026. DOI 10.1016/j.scitotenv.2017.06.222. [fecha de consulta: 7 de febrero de 2022] Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.06.222>.

ANEXOS

Anexo 1

Matriz de consistencia

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables e Indicadores	Metodología
PROBLEMA GENERAL:	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE	ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN
¿Qué UBS es el más adecuado para los ciudadanos del Centro Poblado de San Miguel – 2021?	Determinar la UBS que solucione los problemas del saneamiento del centro poblado de San Miguel.	Existe una solución adecuada mediante un sistema de UBS en el centro poblado de San Miguel.	TIPO DE SUELO: - Suelo arcilloso - Suelo arenoso-limoso - Suelo gravoso NIVEL FREATICO DOTACION DE AGUA POR HABITANTE	Enfoque cuantitativo
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICAS	VARIABLE DEPENDIENTE	NIVEL DE INVESTIGACIÓN:
i. ¿Cuáles son las características topográficas, características del suelo y dotación de agua del Centro Poblado de San Miguel – 2021?	i. Describir las propiedades de infiltración de suelo, características del suelo y dotación de agua del Centro Poblado de San Miguel.	i. Los estudios de infiltración de suelos, los estudios de suelos; y, estudio de dotación de agua, serán suficientes para determinar los parámetros de diseños de las UBS del CP de San Miguel.	Sistemas alternativos de UBS	-Aplicativo
ii. ¿Cuál es el diseño óptimo de UBS para los ciudadanos del Centro Poblado de San Miguel – 2021?	ii. Diseñar el sistema de UBS según la NTP	ii. El diseño de las UBS se basará en los principios teóricos de NTP.	INDICADORES: -Perfil estratigráfico. - Test de percolación - Capacidad de Infiltración - Tiempo de Infiltración - Nivel Freático	Tipo de investigación: - Cuasi Experimental
iii. ¿Cuál es el costo de las opciones elegibles de las Unidades Básicas de Saneamiento aplicables al Centro Poblado de San Miguel – 2021?	iii. Comparar los presupuestos de las opciones alternativos elegidos como aptas dentro de las Unidades Básicas de Saneamiento diseñadas para seleccionar la mejor opción.	iii. La comparación presupuestal entre las opciones disponibles definirá el uso de UBS adecuada.	<i>Tipos de UBS como Sistemas de Saneamiento alternativo:</i> -UBS Seca de Hoyo Ventilado -UBS de arrastre Hidráulico con Biodigestor -UBS de arrastre hidráulico con tecnología de Compostaje	Población: La población objetivo del presente estudio son los ciudadanos del Centro Poblado de San Miguel.

Anexo 2

Selección de Unidad Básica de Saneamiento Según la Norma Técnica Peruana “Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural”

ANEXO N° 02: SELECCIÓN DE UNIDAD BÁSICA DE SANEAMIENTO SEGÚN LA NORMA TÉCNICA PERUANA “OPCIONES TECNOLÓGICAS PARA SISTEMAS DE SANEAMIENTO EN EL ÁMBITO RURAL”.

A. CRITERIOS DE SELECCIÓN PARA DETERMINAR LAS UNIDADES

BÁSICAS DE SANEAMIENTO:

La siguiente información es detallada por la Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural (MVCS, 2018).

- I. DISPONIBILIDAD DE AGUA PARA CONSUMO**, la disponibilidad del recurso del agua genera la selección de uno u otro tipo de UBS según la dotación de agua con la que cuenta. Asimismo, esta dotación de agua varía según la zona donde se ubica el proyecto, determinando según la tabla mostrada a continuación si el sistema puede aprovechar o no el arrastre hidráulico.

Tabla 1

Dotación de agua según la región para aprovechamiento del arrastre hidráulico. ^a

Región geográfica	Dotación- UBS sin arrastre hidráulico (l/día.hab)	Dotación- UBS con arrastre hidráulico (l/día.hab)
Costa	60	90
Sierra	50	80
Selva	70	100

Nota: ^a Ministerio de Construcción, Vivienda, y Saneamiento (2018)

- II. Nivel freático**, la existencia de agua subterránea de nivel alto determina el uso o no de UBS que aprovechen el arrastre hidráulico. Por lo cual, el Ministerio de Construcción, Vivienda y Saneamiento (2018) recomienda que para distancias mayores a 4 metros entre

la superficie y el nivel freático es recomendable el uso de UBS que aprovecha el arrastre hidráulico; caso contrario, es mejor disponer de tecnologías de UBS del tipo seco.

- iii. **Agua de pozos para consumo**, en caso existan pozos de agua que abastecen las zonas donde se plantea la construcción de UBS, es necesario verificar que la distancia mínima existente entre los pozos y la zona de disposición de desechos de las UBS estén separadas en al menos 25 metros. Esto con la finalidad de evitar la contaminación de las aguas para consumo humano que son provistas por los pozos.
- iv. **Zona de inundación**, este aspecto determina aspectos constructivos diferentes según la ubicación donde se plantea realizar la construcción de las UBS. Por esta razón, es recomendable adaptar o verificar la factibilidad de las UBS según la inundabilidad de la zona ya sea mediante crecidas de ríos, desbordes de encauzamientos de agua o inundaciones debido a la intensidad de las lluvias.
- v. **Suelo expansivo**, la existencia de un suelo expansivo plantea una restricción en cuanto a la resistencia de la estructura subterránea de la UBS. Debido a que los suelos expansivos se caracterizan por el aumento de su volumen ante la exposición o carencia de la humedad y/o agua aledaña, lo cual produce en las estructuras que tienen contacto directo con el suelo un cambio de su forma, y causa así la deformación o falla de estas. Por lo cual, es necesario que sea descartado este aspecto para disponer de estructuras más resistentes.
- vi. **Dureza de excavación**, este aspecto es importante porque según la dureza de los suelos, tales como rocosos, semiocosos o naturales, la excavación aumenta los costos de construcción del proyecto. Por lo cual, la dificultad de excavación plantea el uso de herramientas y/o maquinarias especializadas, en este sentido, si la excavación requiere una alta demanda de dificultad es recomendable utilizar UBS del tipo seco.
- vii. **Contenido de fisuras en el suelo**, la existencia de fisuras en el suelo, tales como las que se presentan en las rocas fisuradas, generan que los sistemas de UBS que aprovechan el

arrastré hidráulico contemplen la posibilidad de infiltración de agua hacia las aguas subterráneas. Por lo cual, ante estos casos de suelos fisurados es conveniente contemplar la construcción de UBS del tipo seco.

- viii. **Permeabilidad del suelo**, se determinará el tipo y permeabilidad del suelo según la prueba de infiltración de agua planteada por la Norma IS020. Por lo cual, para suelos permeables que superen una tasa de infiltración mayor a 12 centímetros, es recomendable utilizar UBS que no plantean el aprovechamiento del arrastre hidráulico.
- ix. **Vaciado del depósito de excretas**, este punto es utilizado sobre en lugares en donde por las características de la zona, la existencia del depósito de excretas no genera contaminación o propaga enfermedades de manera significativa, para lo cual se utilizan insecticidas y un control más riguroso durante su almacenamiento y posterior disposición, y eliminación. Por lo cual, la evaluación del vaciado es realizado en las UBS que aprovechan el arrastre hidráulico como las de tipo seco.
- x. **Utilización de residuos fecales**, la disposición de los residuos fecales como medios útiles de fertilización, dependen del tipo de UBS que se construirá, por un lado, y, por otro lado, depende de si existe dentro de la zona del proyecto la aceptabilidad y capacitación necesaria para aprovechar los residuos como fuentes de abono agrícola.
- xi. **Disponibilidad de papel blando**, en este punto se busca analizar si los usuarios tendrán como desechos para limpieza en las UBS papel blando, u otro material de difícil degradación por lo cual según esta estimación se puede aplicar medidas adicionales para utilizar dispositivos o tecnología que degrade los materiales de difícil degradación u otra disposición que colabore con un ambiente libre de desechos nocivos para la población usuaria y el medio ambiente.
- xii. **Costo y tecnología de mantenimiento**, este punto es fundamental al momento de realizar la construcción de las UBS porque según el costo y tecnología de mantenimiento, la

Anexo 3

Unidades Básicas de Saneamiento: aplicabilidad, diseño y especificaciones Técnicas

ANEXO N° 03: UNIDADES BÁSICAS DE SANEAMIENTO: APLICABILIDAD, DISEÑO Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

A. SISTEMAS SIN ARRASTRE HIDRÁULICO

Son UBS que no requieren el uso de agua para poder disponer de los desechos excretales vertidos sobre sus sistemas de almacenamiento, por lo cual no consideran como parte de su diseño sistemas de disposición de aguas grises o tratamiento de aguas residuales complementarios.

LUBS-HSV: hoyo seco ventilado.

Es un sistema que almacena los residuos excretales en un agujero situado bajo el aparato sanitario específico para este propósito. Cuenta con dos casetas, por un lado, una específicamente para los aparatos sanitarios de aseo personal e instalaciones para lavadero multipropósito. Y, por otro lado, una de carácter reubicable con el propósito de reubicar el aparato sanitario exclusivo que se instala sobre el agujero de depósito de excretas, en razón de que este requiere una nueva ubicación una vez alcanza su máxima capacidad de almacenamiento.

a. Aplicabilidad:

- La disponibilidad de agua es uno de los factores de elección de este sistema, debido a que esta es prioritariamente usada en el consumo humano para su hidratación, lavado y cocción de alimentos. Por lo cual, en el Perú es recomendable la aplicación de este sistema cuando se tiene la siguiente dotación de agua.

Va: Volumen de sólidos acumulados según la tasa de acumulación de excretas.

N: Número de usuarios que utilizan el sistema.

T: Periodo estimado de vida útil del depósito en años.

Tabla
Tasa de acumulación de excretas. ^a

3

Insumo para	Tasa media de acumulación de excretas (m ³ .hab ⁻¹ .año ⁻¹)
Agua/ Papel higiénico	0.045
Papel grueso/ Hojas de plantas	0.055
Otros materiales voluminosos	0.065

^a Nota: Ministerio de Construcción, Vivienda, y Saneamiento (2018)

c. Especificaciones Técnicas:

1. Caseta para la tasa especial

La caseta reubicable comprende las siguientes estructuras e instalaciones: estructura y arquitectura de la caseta, losa base de instalación sanitarias, aparato sanitario especial; tubería de ventilación, taza especial para excretas en UBS-HSV; puerta y techado.

Estructura y arquitectura de la caseta:

- El materiales o materiales que comprenden la estructura de la caseta deben cumplir las siguientes especificaciones:
 - La caseta de ser prefabricada, o de características que permitan su fácil ensamblado y desensamblado.

B. SISTEMAS CON ARRASTRE HIDRÁULICO

1. UBS-TSM: TANQUE SÉPTICO MEJORADO

Esta opción tecnológica se diferencia del primer grupo en que esta contempla el uso de agua para su operación, mantenimiento y disposición de excretas. En ese sentido, las conexiones, aparatos sanitarios e instalaciones sanitarias están debidamente conectadas una red integrada de desagüe dentro de la zona de influencia de la UBS-TSM. Por otra parte, la particularidad de este sistema es que mediante un proceso de degradación en el tiempo convierte los sólidos decantados en el fondo del tanque séptico en residuos líquidos. Los cuales pueden ser dispuestos directamente como agua residual pretratada, o ser tratada para un menor impacto ambiental mediante una opción de disposición complementaria de aguas residuales.

a. Aplicabilidad:

- La disponibilidad de agua es uno de los factores de elección de este sistema, debido a que esta es prioritariamente usada en el consumo humano para su hidratación, lavado y cocción de alimentos. Por lo cual, en el Perú es recomendable la aplicación de este sistema cuando se tiene como mínimo la siguiente dotación de agua.

Tabla 5
Dotación de agua mínima para UBS que utilizan arrastre hidráulico. ^a

Región geográfica	Dotación de agua diaria (l.hab ⁻¹ .d ⁻¹)
Selva	100
Sierra	80
Costa	90

^a Nota: Ministerio de Construcción, Vivienda, y Saneamiento (2018)

Tabla 7
 Volumen de lodos a evacuar después de periodo de operación del tanque séptico. ^b

Volumen de tanque séptico Rotoplas (Its)	600	1300	3000	7000
Volumen de lodos evacuados (Its)	100	184	800	1500

^b Nota: PROCON (2018)

c. Especificaciones Técnicas:

I. Caseta

La caseta comprende las siguientes estructuras e instalaciones: estructura y arquitectura de la caseta, losa base de instalación sanitarias, y tubería de ventilación. Asimismo, contiene instalaciones de aseo personal y un lavadero multipropósito, por lo cual las instalaciones de desagüe de todas las instalaciones que generan aguas grises son conectadas al colector de aguas grises que deriva en el tanque séptico mejorado.

Estructura y arquitectura de la caseta:

- El materiales o materiales que comprenden la estructura de la caseta deben cumplir las siguientes especificaciones:
 - Las propiedades estructurales de la caseta deben tener como mínimo una resistencia a la compresión no menor a 70 kg/m². En cuanto a la resistencia contra impactos, en caso el material tenga resistencia menor a un muro de ladrillo, se debe reforzar el perímetro con un material que disipe los impactos, como yute o calaminas metálicas.
 - El material que compone la estructura no debe favorecer el crecimiento de hongos; no debe tener componentes que se oxiden y en caso sea así estos deben ser reemplazables.
- El área útil de la caseta comprende un área de 1.80 x 1.80 m² como mínimo. La altura mínima que debe tener esta caseta es igual a 2.15 metros en todos los lados que comprende la caseta.

REGISTRO DE EXCAVACIÓN									
<p>PROYECTO : TESIS: Sistema de saneamiento alternativo mediante Unidades Básicas de Saneamiento en el centro poblado de San Miguel - Moya - Huancavelica</p> <p>SOLICITANTE : ROJAS LAZO, Paola ; CASTRO LUIS, Pamela</p> <p>UBICACIÓN : SAN MIGUEL DE QUIÑIRI</p> <p>COORDENADAS : E: 485076.00 N: 8627969.00</p>								<p>CALICATA : C-03</p> <p>REVISADO : S.S.S.</p> <p>FECHA DE EXCAVACIÓN : #####</p> <p>PROFUNDIDAD (m) : 1.58</p> <p>PROF. N. FREÁTICO (m) : N.P.</p>	
NO. DE CAPAS	DESCRIPCIÓN DEL SUELO	SUGS	% de arena	% de arcilla	GRUPO DE CONSISTENCIA			Nº DE MUESTRA	
					L.L.	L.P.	U.M.		
01	Grava mal graduada de 30 cm de espesor	GP						1.14	
02	Arena limosa con grava, de baja plasticidad, de bajo contenido de humedad, de color almendra pálido.	SM	95	5	18.6	15.3	2.73	1.58	
03								1.80	
04								1.94	
05								2.08	
06								2.22	
07								2.36	
08								2.50	
09								2.64	
10								2.78	
11								2.92	
12								3.06	
13								3.20	
14								3.34	
15								3.48	
16								3.62	
17								3.76	
18								3.90	
19								4.04	
20								4.18	
21								4.32	
22								4.46	
23								4.60	
24								4.74	
25								4.88	
26								5.02	
27								5.16	
28								5.30	
29								5.44	
30								5.58	
31								5.72	
32								5.86	
33								6.00	
34								6.14	
35								6.28	
36								6.42	
37								6.56	
38								6.70	
39								6.84	
40								6.98	
41								7.12	
42								7.26	
43								7.40	
44								7.54	
45								7.68	
46								7.82	
47								7.96	
48								8.10	
49								8.24	
50								8.38	
51								8.52	
52								8.66	
53								8.80	
54								8.94	
55								9.08	
56								9.22	
57								9.36	
58								9.50	
59								9.64	
60								9.78	
61								9.92	
62								10.06	
63								10.20	
64								10.34	
65								10.48	
66								10.62	
67								10.76	
68								10.90	
69								11.04	
70								11.18	
71								11.32	
72								11.46	
73								11.60	
74								11.74	
75								11.88	
76								12.02	
77								12.16	
78								12.30	
79								12.44	
80								12.58	
81								12.72	
82								12.86	
83								13.00	
84								13.14	
85								13.28	
86								13.42	
87								13.56	
88								13.70	
89								13.84	
90								13.98	
91								14.12	
92								14.26	
93								14.40	
94								14.54	
95								14.68	
96								14.82	
97								14.96	
98								15.10	
99								15.24	
100								15.38	



Sergio A. Sarmiento Sosa
INGENIERO CIVIL
CP 204003



Tte. Hermin Alberto Ciano Sosa
Técnico de Laboratorio

* El plano topográfico o sido proporcionado por el solicitante

Referencias :

NTP 306.130 (2001) "Descripción e identificación de suelos - Presentación visual-muestras"

NTP 306.136 (1999) "SUELOS: Símbolos, unidades, nomenclaturas y definiciones"

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

CALICATA : C-05

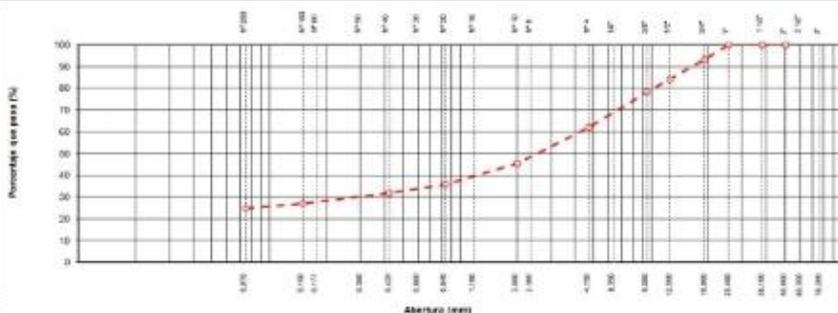
PROYECTO : TESIS: Sistema de saneamiento alternativo mediante Unidades Básicas de Saneamiento en el centro poblado de San Miguel - Moya- Huancavelica
SOLICITANTE : ROJAS LAZO, Paola ; CASTRO LUIS, Pamela
UBICACIÓN : SAN MIGUEL DE QUINIRI
COORDENADAS : E: 484910.00 N: 8628085.00
REVISADO : S.S.S
FECHA DE EXCAVACIÓN : 2009
PROFUNDIDAD (m) : 1.50
PROF. EL FREÁTICO (m) : N.P

PROFUNDIDAD (m)	DESCRIPCIÓN DEL MUELO <small>Clasificación técnica, índice de plasticidad, cohesión, grado de compactación, consistencia y contenido de humedad / color Otro: presencia de caliche y material orgánico, porcentaje estimado de arena / limo / arcilla, etc.</small>	SUCS	% de arena	% de limo	LÍMITE DE CONSISTENCIA (humedad natural)			W DE MUESTRA
					LL	LP	UK	
0.00 - 0.10	Grava mal graduada de 30 cm de espesor	GP						
0.10 - 1.50	Arena limosa con grava, de baja, con bajo contenido de humedad, de color marrón almendrado.	SH	95	5	18.6	14.8	1.36	


 Susana A. Serrano Sosa
 INGENIERO CIVIL
 CIP 204003


 Tec. Herminia Alberta Caza Sosa
 Técnico de Laboratorio

Referencias:
 NTP 330.150 (2001) "Descripción e identificación de arena. Procedimiento visual-tactil"
 NTP 330.136 (1998) "SULOS. Símbolos, unidades, abreviaturas y definiciones"

	DIA FESTA (DÍAS) DE EJECUCIÓN		Nº ENSAYO Nº 8879		
	ANALISIS GRANULOMETRICO POR TANEZADO (ASTM D422 - MTC E107 - MTC E204 - ASTM C136)		REALIZADO POR : H.O.S		
			REVISADO POR : S.S.S		
PROYECTO : TESIS UBS- SAN MIGUEL DE QUIÑIRI			Fecha: 07/05/2021		
UBICACION : Quilini- Moya- Huancavelica SOLICITANTE : Pamela Castro					
I. Datos Generales					
PROCEDENCIA : Quilini- Moya- Huancavelica CALCATA : C-01 PROFUND. : 0.10 - 1.50 m.		COORDENADAS UTM : E 484880.00 N 8628221.00 MUESTRA : M - 1 PESO INICIAL SECO : 1041.46 gr.			
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL GRUESO, FINO Y GLOBAL MTC E 204 - 2016					
TAMIZ	ÁRBITRO (mm)	PESO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO	PERCENTAJE PASA
3"	76.203				
2 1/2"	63.503				
2"	50.803				
1 1/2"	38.103				
1"	25.403				100.0
3/4"	19.000	85.64	8.2	6.8	93.2
1/2"	12.500	115.94	9.0	15.8	84.2
3/8"	9.500	26.08	2.5	21.6	78.2
1/4"	6.350	122.32	11.7	31.5	68.5
Nº 4	4.750	80.67	7.7	37.9	62.1
Nº 8	2.360	175.84	16.8	51.9	48.1
Nº 10	2.000	34.08	3.2	54.6	45.4
Nº 16	1.190	79.65	7.6	60.9	39.1
Nº 20	0.840	41.56	3.9	64.2	35.8
Nº 30	0.600	27.88	2.6	66.4	33.6
Nº 40	0.425	23.24	2.2	68.2	31.8
Nº 50	0.300	21.65	2.0	69.9	30.1
Nº 60	0.250	20.88	1.9	72.2	27.8
Nº 100	0.150	10.12	0.9	73.0	27.0
Nº 200	0.075	28.49	2.7	75.5	24.7
+ Nº 200	POHEO	312.67	29.7	100.0	
CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO MTC E 108 - 2016					
Peso del Recipiente + Suelo Húmedo	(g)	104.20			
Peso del Recipiente + Suelo Seco	(g)	102.87			
Peso del Agua	(g)	1.33			
Peso del Recipiente	(g)	22.54			
Peso de Suelo Seco	(g)	80.33			
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		1.64			
FRACCIONES DE GRAVA, ARENA Y FINOS DE MUESTRA ENSAYO					
Tamaño Máximo (mm-pulg)		3/4"			
Porcentaje de Grava (75 - 75")	(%)	37.6			
Porcentaje de Arena (75 - 4.75)	(%)	37.3			
Porcentaje que Pasa la Malla Nº 200	(%)	24.7			
CLASIFICACIÓN DE SUELOS		DESCRIPCIÓN SUCS			
SUCS	ASTM D 2487-06	GC	Grava (menos de 30%)		
AASHTO	ASTM D 3082	A-4-06			
LÍQUIDO, L. PLÁSTICO, E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS MTC E 110 - 2016 / MTC E 111 - 2016					
Límite Líquido (LL)		17.0			
Límite Plástico (LP)		8.3			
Índice Plástico (IP)		8.7			
CURVA GRANULOMÉTRICA					
					

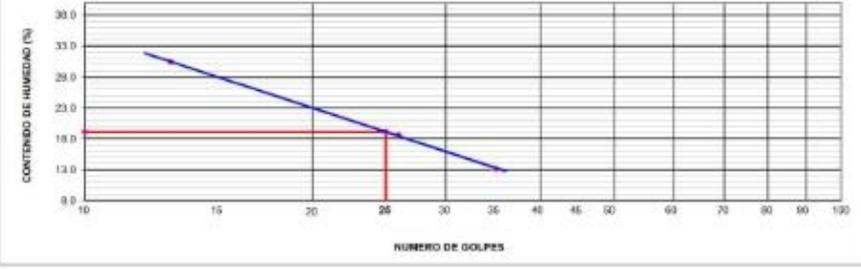

 Jovita A. Sarmiento Susa
 INGENIERO CIVIL
 CIP 204003


 Tec. Hernán Alberto Cazo Sosa
 Técnico de Laboratorio

	OVA NUESTRO TÉCNICO DE INGENIERÍA	Nº. ENSAYO N°: 8079		
	LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40 (ASTM D 4318)	REALIZADO POR: H.C.S. REVISADO POR: G.S.S.		
PROYECTO : TESIS UBS- SAN MIGUEL DE QUIÑIRI		Fecha: 07/05/2021		
UBICACIÓN : Quiñirí- Moya- Huancavelica				
SOLICITANTE : Pamela Castro				
I. Datos Generales				
PROCEDENCIA : Quiñirí- Moya- Huancavelica		COORDENADAS UTM : E 484886.00 N 8628221.00		
CALICATA : C-01		MUESTRA : M - 1		
PROFUND. : 0.10 -1.50				
LIMITE LIQUIDO (MTC E 119)				
Nº TARRO		12	9	38
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		29.64	31.20	32.73
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		28.88	29.90	30.41
PESO DE AGUA (g)		0.76	1.34	2.32
PESO DEL TARRO (g)		21.30	23.41	21.25
PESO DEL SUELO SECO (g)		7.52	6.55	9.16
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		16.11	18.93	25.33
NUMERO DE GOLPES		33	24	17
LIMITE PLASTICO (MTC E 111)				
Nº TARRO		22	9	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		28.41	28.24	
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		27.85	27.88	
PESO DE AGUA (g)		0.56	0.66	
PESO DEL TARRO (g)		26.91	26.13	
PESO DEL SUELO SECO (g)		6.9	7.8	
CONTENIDO DE DE HUMEDAD (%)		8.1	8.5	
CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES				
				
CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA		OBSERVACIONES		
LIMITE LIQUIDO	17.0			
LIMITE PLASTICO	8.3			
INDICE DE PLASTICIDAD	8.7			


Ingeniero A. Sotomayor Sosa
 INGENIERO CIVIL
 CP 204003


Tec. Hernán Alberto Cano Sosa
 Técnico de Laboratorio

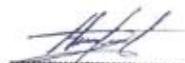
	OVA NUESTRO EQUIPO DE INGENIEROS LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40 (ASTM D 4318)	Nº. ENSAYO N°: 8079 REALIZADO POR: H.C.S. REVISADO POR: G.S.S.	
	PROYECTO : TESIS UBS- SAN MIGUEL DE QUIÑIRI UBICACIÓN : Quiñirí- Moya- Huancavelica SOLICITANTE : Pamela Castro		
Fecha: 07/05/2021			
I. Datos Generales			
PROCEDENCIA : Quiñirí- Moya- Huancavelica CALICATA : C-02 PROFUND. : 0.30 -1.50		COORDENADAS UTM : E 485105.00 N 862 8185.00 MUESTRA : M - 1	
LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)			
Nº TARRO PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g) PESO TARRO + SUELO SECO (g) PESO DE AGUA (g) PESO DEL TARRO (g) PESO DEL SUELO SECO (g) CONTENIDO DE HUMEDAD (%) NUMERO DE GOLPES	12 30.08 30.82 1.27 21.16 9.85 13.10 35	9 28.54 25.86 0.68 22.21 3.85 16.83 28	7 28.81 27.15 1.76 21.36 5.79 30.48 13
LIMITE PLASTICO (MTC E 111)			
Nº TARRO PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g) PESO TARRO + SUELO SECO (g) PESO DE AGUA (g) PESO DEL TARRO (g) PESO DEL SUELO SECO (g) CONTENIDO DE DE HUMEDAD (%)	22 28.76 27.34 0.82 26.91 6.4	18 26.42 25.82 0.56 23.26 2.8	
CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES			
			
CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA		OBSERVACIONES	
LIMITE LIQUIDO LIMITE PLASTICO INDICE DE PLASTICIDAD	19.1 15.8 3.3		

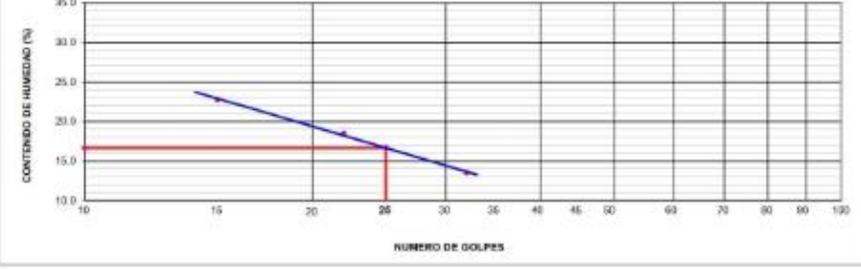

 Jorge A. Sembrano Sosa
 INGENIERO CIVIL
 CP 204003


 Tec. Hernán Alberto Cano Sosa
 Técnico de Laboratorio

Geosciences		SOLUCIONES TECNOLÓGICAS		M. ENGENYERÍA	
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422 - MTC E107 - MTC E204 - ASTM C136)				REALIZADO POR: H.E.S.	
				REVISADO POR: D.S.S.	
PROYECTO : TESIS UBS- SAN MIGUEL DE QUIÑIRI				Fecha: 07/05/2021	
UBICACIÓN : Quíñiri- Moya- Huancavelica					
SOLICITANTE : Pamela Castro					
I. Datos Generales					
PROVENIENCIA : Quíñiri- Moya- Huancavelica		COORDENADAS UTM : E 485076.00 N 8627989.00			
CALICATA : C-03		MUESTRA : M - 1			
PROFUND. : 0.10 - 1.50 m.		PESO INICIAL SECO : 1178.00 gr.			
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL GRUESO, FINO Y GLOBAL MTC E 204 - 2016			CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO MTC E 108 - 2016		
TAMIZ	ABRITO (mm)	PESO RETENIDO	PROCENTAJE RETENIDO	PROCENTAJE PASADO	PROCENTAJE QUE PASA
3"	76.200				100.0
2 1/2"	60.350				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.000	42.28	3.6	96.4	
1/2"	12.500	75.56	6.4	93.6	
3/8"	9.500	83.31	7.0	93.0	
1/4"	6.250	88.41	7.5	92.5	
Nº 4	4.750	88.29	7.5	92.5	
Nº 6	2.500	138.00	11.7	88.3	
Nº 10	2.000	22.11	1.9	98.1	
Nº 16	1.180	80.38	6.8	93.2	
Nº 30	0.600	48.53	4.1	95.9	
Nº 60	0.250	151.72	12.9	87.1	
Nº 40	0.425	82.25	7.0	93.0	
Nº 80	0.180	33.14	2.8	97.2	
Nº 100	0.150	6.03	0.5	99.5	
Nº 200	0.075	12.68	1.1	98.9	
Nº 200	FONDO	254.30	21.6	100.0	
Peso del Recipiente + Suelo Húmedo (g)		85.23			
Peso del Recipiente + Suelo Seco (g)		83.32			
Peso del Agua (g)		1.91			
Peso del Recipiente (g)		13.21			
Peso de Suelo Seco (g)		79.61			
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		2.73			
FRACCIONES DE GRAVA, ARENA Y FINOS DE MUESTRA ENSAYO					
Tamaño Máximo (mm-ø) (g)		1"			
Porcentaje de Grava (P) > 11.8 (g)		27.9			
Porcentaje de Arena (A) 2.0 - 11.8 (g)		50.5			
Porcentaje que Pasa la Malla Nº 200 (F) (g)		21.6			
CLASIFICACIÓN DE SUELOS			DESCRIPCIÓN SUCS		
SUELO	ASTM D1557-08	SU	Arena limosa con grava		
ASPECTO	ASTM D1557-08	A-1-a (S)			
LÍQUIDO, L. PLÁSTICO, E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS MTC E 110 - 2016 / MTC E 111 - 2016					
Límite Líquido (LL)		16.6			
Límite Plástico (LP)		15.3			
Índice Plástico (PI)		1.3			
CURVA GRANULOMÉTRICA					

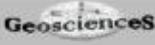

 Sergio A. Sandoval Sandoval
 INGENIERO CIVIL
 C.P. 204003


 Tec. Hernán Alberto Cano Sosa
 Técnico de Laboratorio

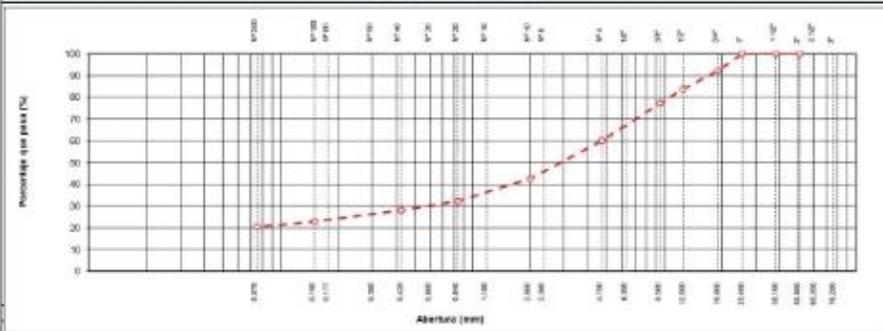
	EN LA OFICINA DE INGENIERIA	Nº. ENSAYO Nº: 8079	
	LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40 (ASTM D 4318)	REALIZADO POR: H.C.S. REVISADO POR: G.S.S.	
PROYECTO : TESIS UBS- SAN MIGUEL DE QUIÑIRI		Fecha: 07/05/2021	
UBICACION : Quiñi- Moya- Huancavelica SOLICITANTE : Pamela Castro			
I. Datos Generales			
PROCEDENCIA : Quiñi- Moya- Huancavelica CALICATA : C-03 PROFUND. : 0.10 -1.50		COORDENADAS UTM : E 485076.00 N 8627989.00 MUESTRA : M - 1	
LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)			
Nº TARRO	25	9	25
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)	33.98	31.51	30.81
PESO TARRO + SUELO SECO (g)	32.49	29.23	29.79
PESO DE AGUA (g)	1.49	2.28	2.02
PESO DEL TARRO (g)	21.40	18.87	19.88
PESO DEL SUELO SECO (g)	11.03	12.30	8.92
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	13.51	18.45	22.78
NUMERO DE GOLPES	32	22	16
LIMITE PLASTICO (MTC E 111)			
Nº TARRO	35	44	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)	29.17	33.03	
PESO TARRO + SUELO SECO (g)	28.82	32.35	
PESO DE AGUA (g)	0.35	0.68	
PESO DEL TARRO (g)	28.51	29.58	
PESO DEL SUELO SECO (g)	2.3	3.0	
CONTENIDO DE DE HUMEDAD (%)	10.2	15.5	
CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES			
			
CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA		OBSERVACIONES	
LIMITE LIQUIDO	16.6		
LIMITE PLASTICO	15.2		
INDICE DE PLASTICIDAD	1.3		


LUIS A. SOTO OJEDA
 INGENIERO CIVIL
 CP 204003


Tec. Herminio Alberto Ciano Sosa
 Técnico de Laboratorio

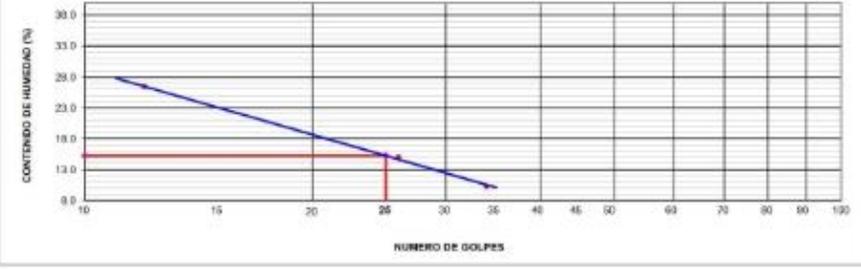
		UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA		Nº ENSAYO Nº 8879	
		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422 - MTC E107 - MTC E204 - ASTM C636)		REALIZADO POR: H.O.S	
PROYECTO : TESIS UBS- SAN MIGUEL DE QUIÑIRI				FECHA: 07/05/2021	
UBICACIÓN : Quíñiri- Moya- Huancavelica					
SOLICITANTE : Pamela Castro					
I. Datos Generales					
PROVENIENCIA : Quíñiri- Moya- Huancavelica		COORDENADAS UTM : E 485213.00 N 8628112.00			
CALICATA : C-04		MUESTRA : M - 1			
PROFUND. : 0.10 - 1.50 m.		PESO INICIAL SECO : 1189.29 gr.			
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL GRUESO, FINO Y GLOBAL MTC E 204 - 2016			CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO MTC E 108 - 2016		
TAMIZ	ADPTO 7.5T	PESES	PORCENTAJE	RETENIDO	PORCENTAJE
	(g)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	GR. PASA
3"	76.200				
2 1/2"	90.390				
2"	90.800				
1 1/2"	98.100				
1"	99.400				100.0
3/4"	10.000	90.48	7.6	7.6	92.4
1/2"	12.500	100.20	8.5	16.1	91.5
3/8"	9.500	25.94	2.2	22.7	77.3
1/4"	6.250	107.40	9.1	31.7	68.3
Nº 4	4.750	97.29	8.2	39.9	60.1
Nº 8	2.360	175.97	14.7	54.6	45.4
Nº 10	2.000	33.73	2.8	57.5	42.5
Nº 16	1.190	79.53	6.7	64.2	35.8
Nº 20	0.840	41.01	3.5	67.7	32.3
Nº 30	0.600	27.85	2.3	70.1	29.9
Nº 40	0.425	23.27	1.9	72.0	28.0
Nº 50	0.300	21.63	1.8	73.8	26.2
Nº 60	0.250	20.11	1.7	75.5	24.5
Nº 75	0.200	19.32	1.6	77.2	22.8
Nº 100	0.150	18.05	1.5	78.7	21.3
Nº 200	0.075	16.95	1.4	80.1	19.9
+ Nº 200	FONDO	241.92	20.4	100.0	
FRACCIONES DE GRAVA, ARENA Y FINOS DE MUESTRA ENSAYO			CLASIFICACIÓN DE SUELOS		
Tamaño Máximo	(mm-pulg)			DESCRIPCIÓN SUCS	
Porcentaje de Grava 3" - 75"	(%)			Grava: 0%	
Porcentaje de Arena 75" - 75"	(%)			L: 100%	
Porcentaje que Pasa la Malla Nº 200	(%)			U: 0%	
LÍQUIDO, L. PLÁSTICO, E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS MTC E 110 - 2016 / MTC E 111 - 2016					
Límite Líquido (LL)					70.2
Límite Plástico (LP)					8.8
Índice Plástico (PI)					61.4

CURVA GRANULOMÉTRICA




Srta. A. Serranía Sosa
INGENIERO CIVIL
CIP 204003


Tc. Héctor Alberto Cueva Sosa
Técnico de Laboratorio

	EN LA OFICINA TÉCNICA DE INGENIERÍA	Nº. ENSAYO Nº: 8079	
	LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40 (ASTM D 4318)	REALIZADO POR: H.C.S. REVISADO POR: G.S.S.	
PROYECTO : TESIS UBS- SAN MIGUEL DE QUIÑIRI		Fecha: 07/05/2021	
UBICACIÓN : Quiñirí- Moya- Huancavelica SOLICITANTE : Pamela Castro			
I. Datos Generales			
PROCEDENCIA : Quiñirí- Moya- Huancavelica CALICATA : C-04 PROFUND. : 0.10 -1.50		COORDENADAS UTM : E 485213.00 N 8028112.00 MUESTRA : M - 1	
LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)			
Nº TARRO	15	57	20
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)	28.44	33.30	30.85
PESO TARRO + SUELO SECO (g)	27.60	32.08	29.87
PESO DE AGUA (g)	0.84	1.48	1.06
PESO DEL TARRO (g)	23.28	22.21	21.36
PESO DEL SUELO SECO (g)	4.66	9.87	7.51
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	16.26	14.99	20.38
NUMERO DE GOLPES	34	28	12
LIMITE PLASTICO (MTC E 111)			
Nº TARRO	22	9	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)	22.25	24.83	
PESO TARRO + SUELO SECO (g)	22.10	24.30	
PESO DE AGUA (g)	0.25	0.27	
PESO DEL TARRO (g)	19.34	18.94	
PESO DEL SUELO SECO (g)	2.0	5.9	
CONTENIDO DE DE HUMEDAD (%)	9.1	4.8	
CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES			
			
CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA		OBSERVACIONES	
LIMITE LIQUIDO	16.2		
LIMITE PLASTICO	8.8		
INDICE DE PLASTICIDAD	8.4		

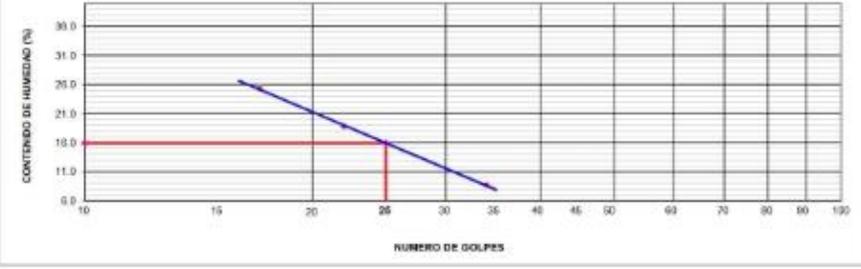

Hernán A. Santibáñez Soza
 INGENIERO CIVIL
 C.P. 204003


Tec. Hernán Alvarado Caza Soza
 Técnico de Laboratorio

Geosciences		UNA REGISTRO DE INGENIERIA		Nº ENSAYO Nº 8879	
		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422 - MTC E107 - MTC E204 - ASTM C136)		REALIZADO POR: H.O.S	
				REVISADO POR: S.S.S	
PROYECTO : TESIS UBS- SAN MIGUEL DE QUIÑIRI				Fecha: 07/05/2021	
UBICACION : Quiliri- Moya- Huancavelica					
SOLICITANTE : Pamela Castro					
I. Datos Generales					
PROVENIENCIA : Quiliri- Moya- Huancavelica		COORDENADAS UTM : E 484910.00 N 8628085.00			
CALCATA : C-05		MUESTRA : 1 M - 1			
PROFUND. : 6.10 - 3.50 m.		PESO INICIAL SECO : 1124.90 gr.			
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL GRUESO, FINO Y GLOBAL MTC E 204 - 2016			CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO MTC E 108 - 2016		
TAMIZ	ASIENTO (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	ACUMULADO	QUÉ PASA
3"	76.200				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				100.0
3/4"	19.000	82.76	7.4	7.4	92.6
1/2"	12.500	194.74	17.3	16.7	83.3
3/8"	9.500	29.38	2.6	23.7	76.3
1/4"	6.350	112.35	10.0	33.7	66.3
Nº 4	4.750	191.79	17.1	42.6	57.2
Nº 8	2.360	181.84	16.2	58.0	41.0
Nº 10	2.000	35.26	3.1	62.1	37.9
Nº 15	1.190	86.85	7.7	69.8	30.2
Nº 20	0.840	45.79	4.1	73.0	26.1
Nº 30	0.600	30.40	2.7	75.6	23.4
Nº 40	0.425	25.57	2.3	78.5	21.1
Nº 50	0.300	23.65	2.1	81.0	19.0
Nº 60	0.250	30.82	2.7	83.7	16.3
Nº 100	0.150	10.50	0.9	84.7	15.3
Nº 200	0.075	30.76	2.7	87.4	12.6
+ Nº 200	FOMENTO	141.43	12.6	100.0	
PESO del Resquebra + Suelo Húmedo		103		92.28	
PESO del Resquebra + Suelo Seco		103		91.25	
PESO del Agua		103		1.03	
PESO del Resquebra		103		15.48	
PESO del Suelo Seco		103		75.77	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)				1.36	
FRACCIONES DE GRAVA, ARENA Y FINOS DE MUESTRA ENSAYO					
Tamaño Máximo	(mm-pulg)	3/4"			
Porcentaje de Grava 3" - 1/4"	(%)	42.6			
Porcentaje de Arena 1/4" - Nº 10	(%)	84.4			
Porcentaje que Pasa la Malla Nº 200	(%)	12.6			
CLASIFICACIÓN DE SUELOS		DESCRIPCION SUCS			
SUCS	ASTM D 2487-05	GM	Arena limosa con grava		
AASHFO	ASTM D 2002	A-4 (G)			
LÍQUIDO, L. PLÁSTICO, E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS MTC E 110 - 2016 / MTC E 111 - 2016					
Índice Líquido (L.I.)		15.8			
Índice Plástico (I.P.)		14.8			
Índice Plástico (P.I.)		1.1			
CURVA GRANULOMÉTRICA					

[Firma]
Hernán A. Sandoval Sosa
 INGENIERO CIVIL
 C.P. 204003

[Firma]
Tec. Hernán Aliento Caza Sosa
 Técnico de Laboratorio

	EMPRESA: FIDOR DE INGENIERIA	Nº. EMPLATO Nº: 8679	
	LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40 (ASTM D 4318)	REALIZADO POR: F.C.S. REVISADO POR: S.S.S.	
PROYECTO : TESIS UBS- SAN MIGUEL DE QUIÑIRI		Fecha: 07/05/2021	
UBICACIÓN : Quiñiri- Moya- Huancavelica			
SOLICITANTE : Pamela Castro			
I. Datos Generales			
PROCEDENCIA : Quiñiri- Moya- Huancavelica		COORDENADAS UTM : E 484910.00 N 8628085.00	
CALICATA : C-05		MUESTRA : M - 1	
PROFUND. : 0.10 -1.50			
LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)			
Nº TARRO	15	9	22
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)	28.20	31.24	28.20
PESO TARRO + SUELO SECO (g)	27.64	29.81	26.82
PESO DE AGUA (g)	0.56	1.43	1.38
PESO DEL TARRO (g)	21.16	22.21	21.36
PESO DEL SUELO SECO (g)	0.48	7.80	5.40
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	8.84	16.82	25.27
NUMERO DE GOLPES	34	22	17
LIMITE PLASTICO (MTC E 111)			
Nº TARRO	8	21	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)	22.25	24.83	
PESO TARRO + SUELO SECO (g)	21.57	23.34	
PESO DE AGUA (g)	0.78	1.39	
PESO DEL TARRO (g)	16.12	15.00	
PESO DEL SUELO SECO (g)	5.5	8.5	
CONTENIDO DE DE HUMEDAD (%)	14.3	15.2	
CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES			
			
CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA		OBSERVACIONES	
LIMITE LIQUIDO	15.0		
LIMITE PLASTICO	14.8		
INDICE DE PLASTICIDAD	1.1		


 Sergio A. Seminario Sosa
 INGENIERO CIVIL
 CP 204003


 Tcc. Héctor Alberto Cárdena Sosa
 Técnico de Laboratorio

Anexo 5

Prueba de percolación de suelos según Norma IS.020 Tanque Séptico

ANEXO N° 05: PRUEBA DE PERCOLACION DE SUELOS SEGÚN NORMA TECNICA PERUANA IS.020 TANQUE SEPTICO (El Peruano, 2006).

Este análisis tiene como propósito determinar el parámetro estimado de carácter cualitativo de la capacidad de absorción en una determinada ubicación y espacio. El procedimiento citado a continuación pertenece al Anexo 01 de la Norma IS.020 (El Peruano, 2006).

I. Cantidad y localización de pruebas: Las pruebas han sido realizadas en zonas separadas de manera uniforme en la zona proyecta para campos de percolación, con un total de 6 pruebas en agujeros con formas planteadas en el punto II.

II. Forma de agujero: Se excavaron agujeros cuadrados de 30 centímetros de lado, con una profundidad igual a la de las zanjas de drenaje.

III. Preparación del agujero de prueba: Los agujeros excavados han sido perfilados de manera cuidadosa con un cuchillo, y luego, se añadió una capa de 5 centímetros de grava fina sobre la base del agujero.

IV. Expansión y saturación del suelo: Cada uno de los agujeros realizados para el propósito de las pruebas ha sido con agua limpia hasta una altura de 30 centímetros sobre la capa de grava, siendo esta altura mantenida como mínimo durante 4 horas, para lo cual es preferible realizar este análisis durante la noche. Luego, a las 24 horas después, de las horas mencionadas anteriormente, se determinó la tasa de infiltración según el procedimiento detallado en el capítulo 5 de la Norma I.S. 020.

V. Cálculo de la tasa de infiltración:

a. Si el agua contenida en los agujeros, mantiene su nivel durante el periodo nocturno, se cambia la altura de agua sobre la grava hasta una altura de 25 cm. Una vez

en este punto, se marca un punto fijo a partir del cual se marca la altura del descenso para calcular la tasa de infiltración.

b. Si el agua que ha sido vaciada sobre los agujeros no permanece en estos durante el periodo nocturno, se realizara el llenado de cada agujero que presenta esta situación hasta una altura de 15cm por encima de la capa de grava. Luego, el descenso del agua es medido en intervalos de 30 minutos durante el periodo aproximado de 4 horas. Finalmente, la última medición de los 30 minutos es utilizada para determinar el cálculo de la tasa de infiltración.

c. En suelos, que, por sus características, no pueden mantener el agua estanca por más de 30 minutos, **como arenas o gravas**, lo cual ha representado la totalidad de las muestras, las mediciones se realizaron cada 10 minutos durante una hora, es decir 6 mediciones, el descenso de los últimos 10 minutos se usa para calcular la tasa de infiltración.

En función a las pruebas tomadas en campo, se determino que los suelos analizados correspondientes a suelos arenosos o gravoso por lo que se ha considerado el acápite 5.C para el procedimiento de muestreo de cada prueba realizada. Por lo que, los resultados correspondientes a las mediciones de la altura de infiltración versus el tiempo en intervalos de 10 minutos son mostrado a continuación.

Tabla 1

Análisis de tiempo versus altura de infiltración

Nº DE POZO	Muestras	H (cm)	Tiempo Parcial (min)	Tiempo Acumulado (min)	Tiempo max/Hmax (min/cm)
1	1	2.85	10	10	2.31
	2	7.25	10	20	
	3	13.00	10	30	
2	1	1.75	10	10	5.26
	2	2.85	10	20	
	3	5.70	10	30	
3	1	1.90	10	10	3.45
	2	5.60	10	20	
	3	8.70	10	30	
4	1	0.90	10	10	12.24
	2	1.30	10	20	
	3	2.45	10	30	
5	1	0.70	10	10	9.52
	2	2.10	10	20	
	3	3.15	10	30	
6	1	2.45	10	10	3.31
	2	6.85	10	20	
	3	9.05	10	30	

A continuación, es posible graficar la curva de absorción o infiltración del suelo analizado, mediante la gráfica propuesta por la Norma Técnica IS.020 de Relación entre Coeficiente de infiltración y tiempo de infiltración para el descenso de 1cm. (El Peruano, 2006).

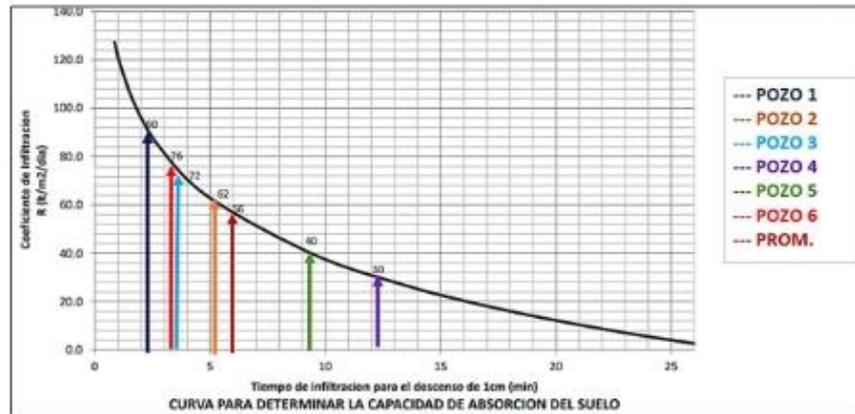


Figura 1 Determinación de la capacidad de absorción del suelo ensayado del centro poblado San Miguel de Quiñiri.

Finalmente, El propósito de la prueba de absorción de suelos, es clasificar el suelo según la tasa de infiltración en suelos lentos, medios y rápidos, como se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 2

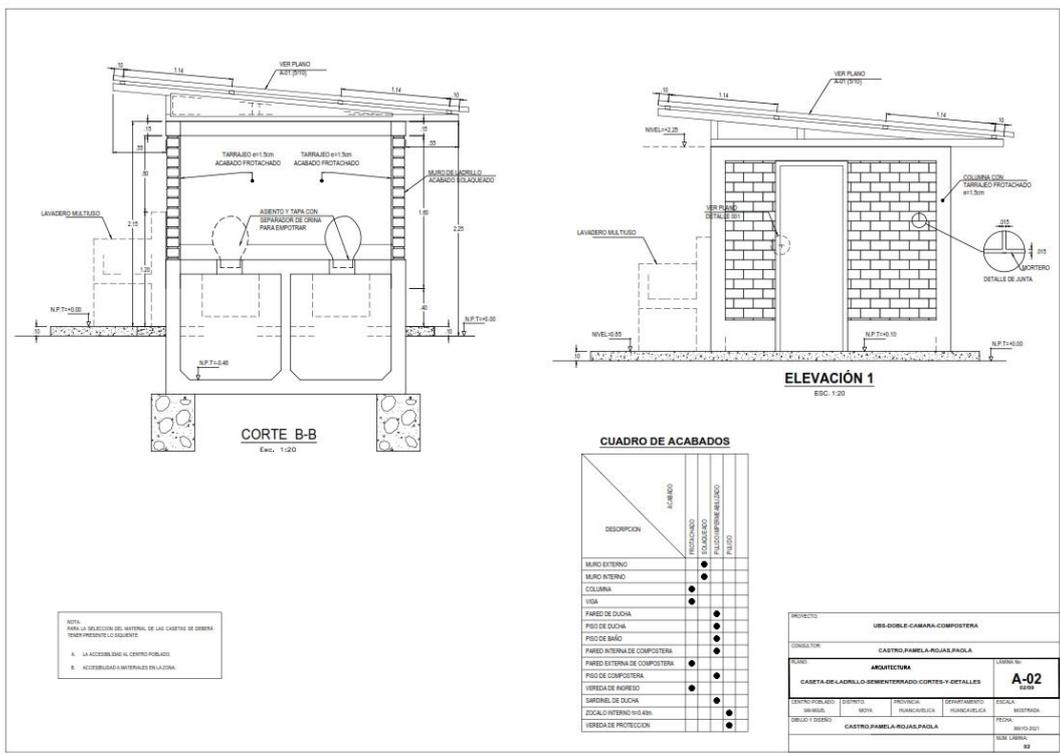
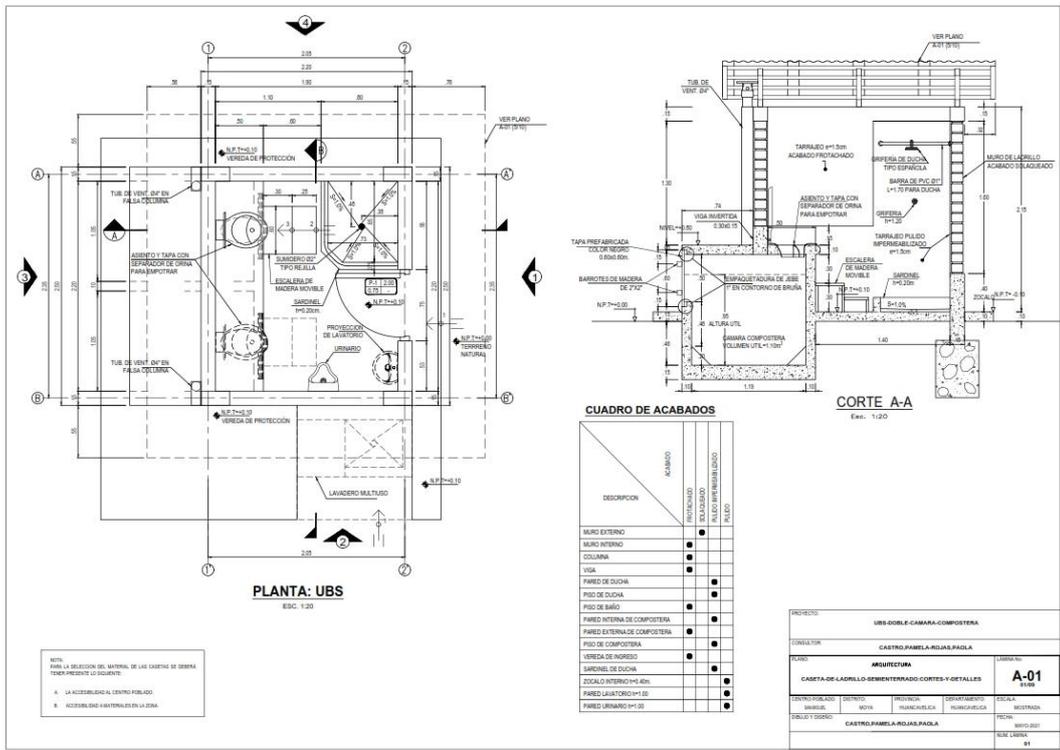
Velocidad de infiltración correspondiente a los pozos de ensayo del test de percolación.

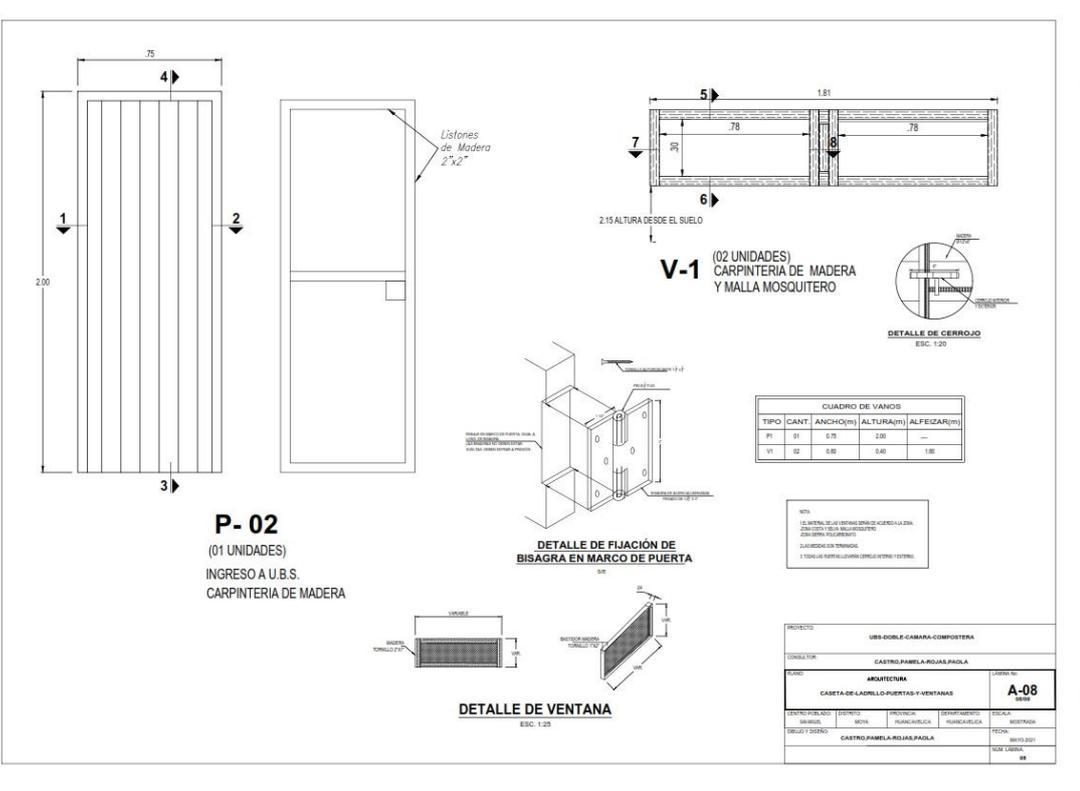
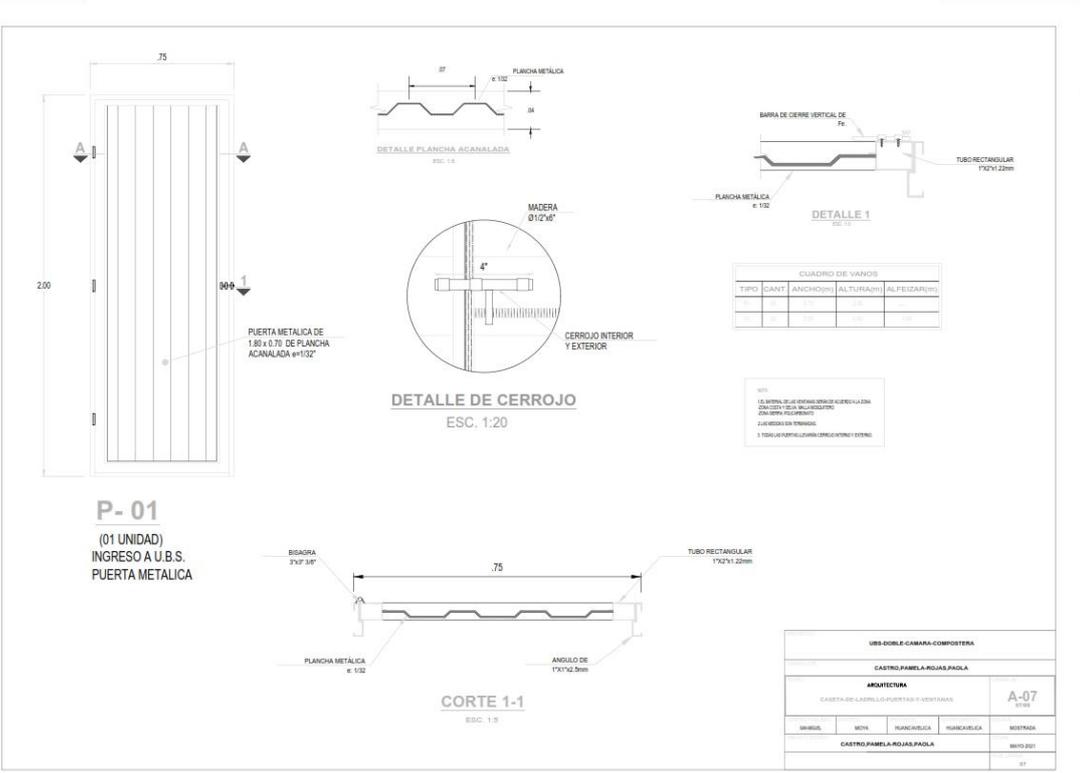
N° de pozo	Velocidad de infiltración	Coefficiente de Infiltración R (l/m ² /día)
1	Rápida	90
2	Intermedia	62
3	Rápida	72
4	Lenta	30
5	Lenta	40
6	Rápida	76

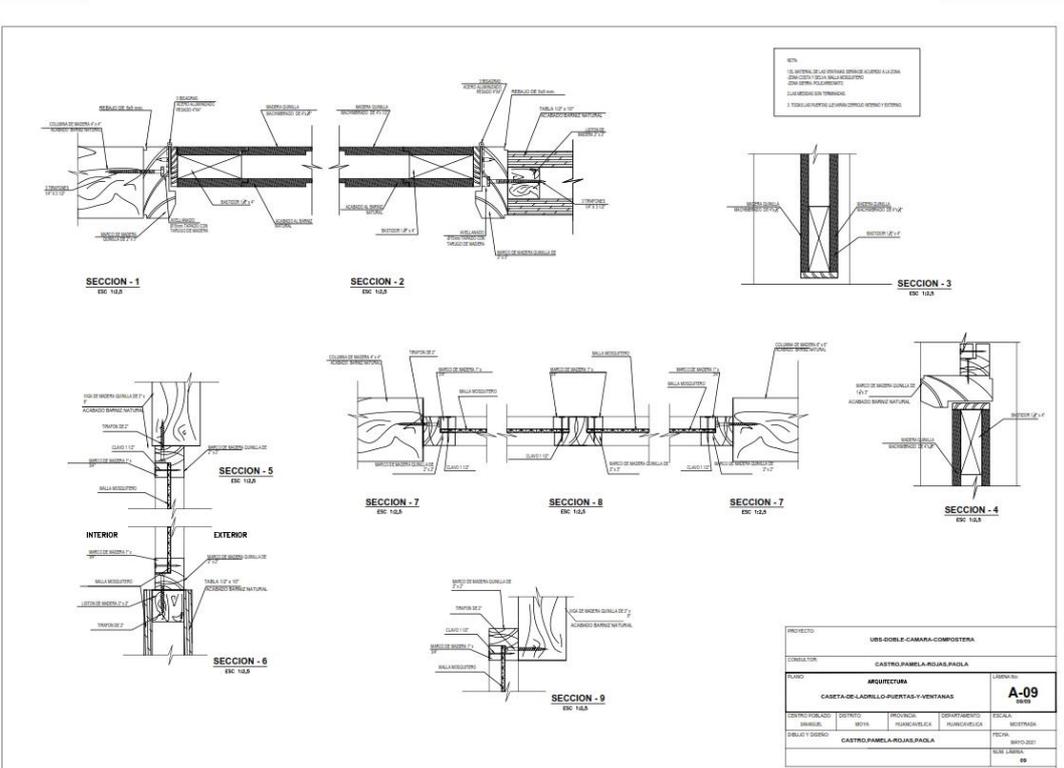
En caso de tasas de infiltración de suelos mayores a 12 minutos, se descarta el uso de sistemas de Unidades Básicas de Saneamiento que utilicen la disposición de tanques sépticos o similares, por lo cual en estos casos es necesario plantear otros sistemas.

Anexo 6

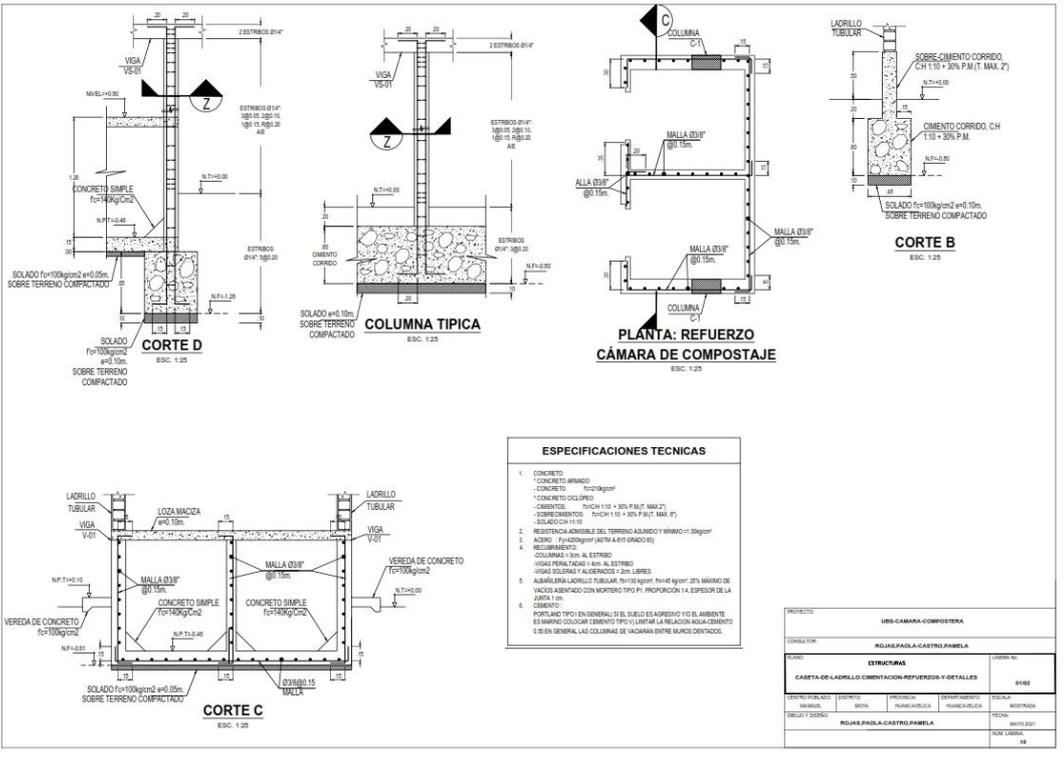
Planos de estructuras, arquitectura e instalaciones eléctricas y sanitarias de la UBS de doble cámara compostera





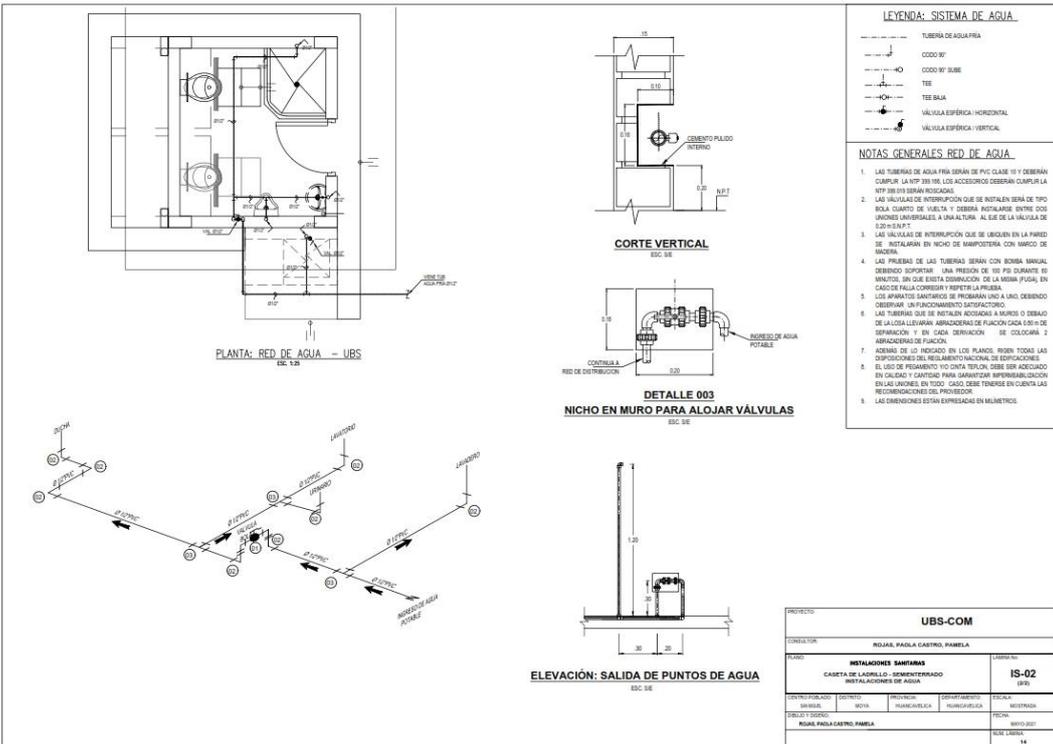
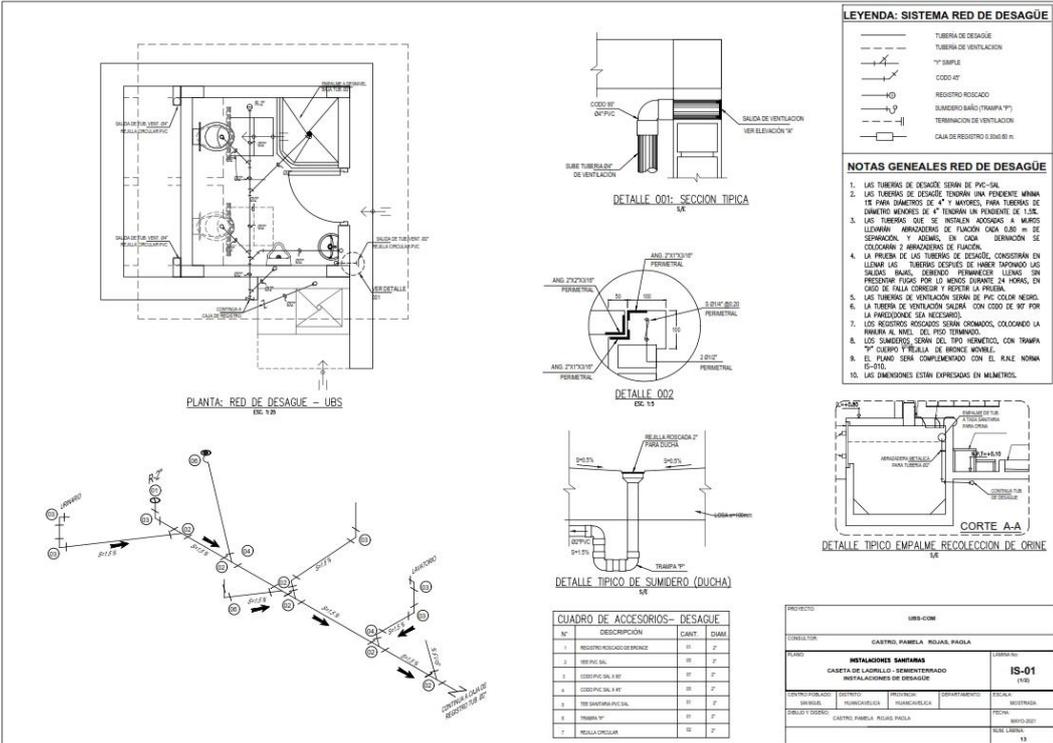


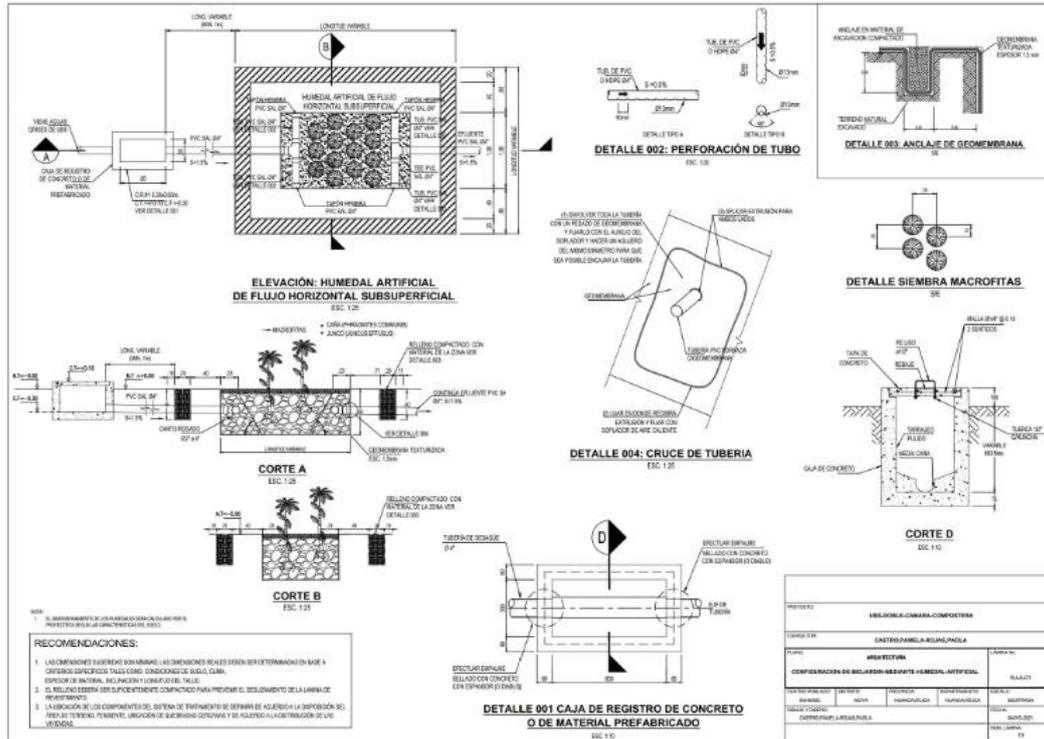
PROYECTO: URS SOBRE CÁMARA COMPUESTA				
CONSEJERA: CASTRO PABELLA-ROJAS PAOLA				
PLANO:	ARQUITECTURA	LADO Nº:		A-09
CASITA DE LADRILLO PUERTAS Y VENTANAS				
ESTUDIO PRELIMINAR:	ESTUDIO:	PROVINCIA:	DEPARTAMENTO:	ESCALA:
BOGOTÁ	BOGOTÁ	BOGOTÁ	BOGOTÁ	BOGOTÁ
DISEÑO Y CÁLCULO: CASTRO PABELLA-ROJAS PAOLA				
				FECHA:
				BOGOTÁ 2011
				NÚM. CÁMBIO:
				09

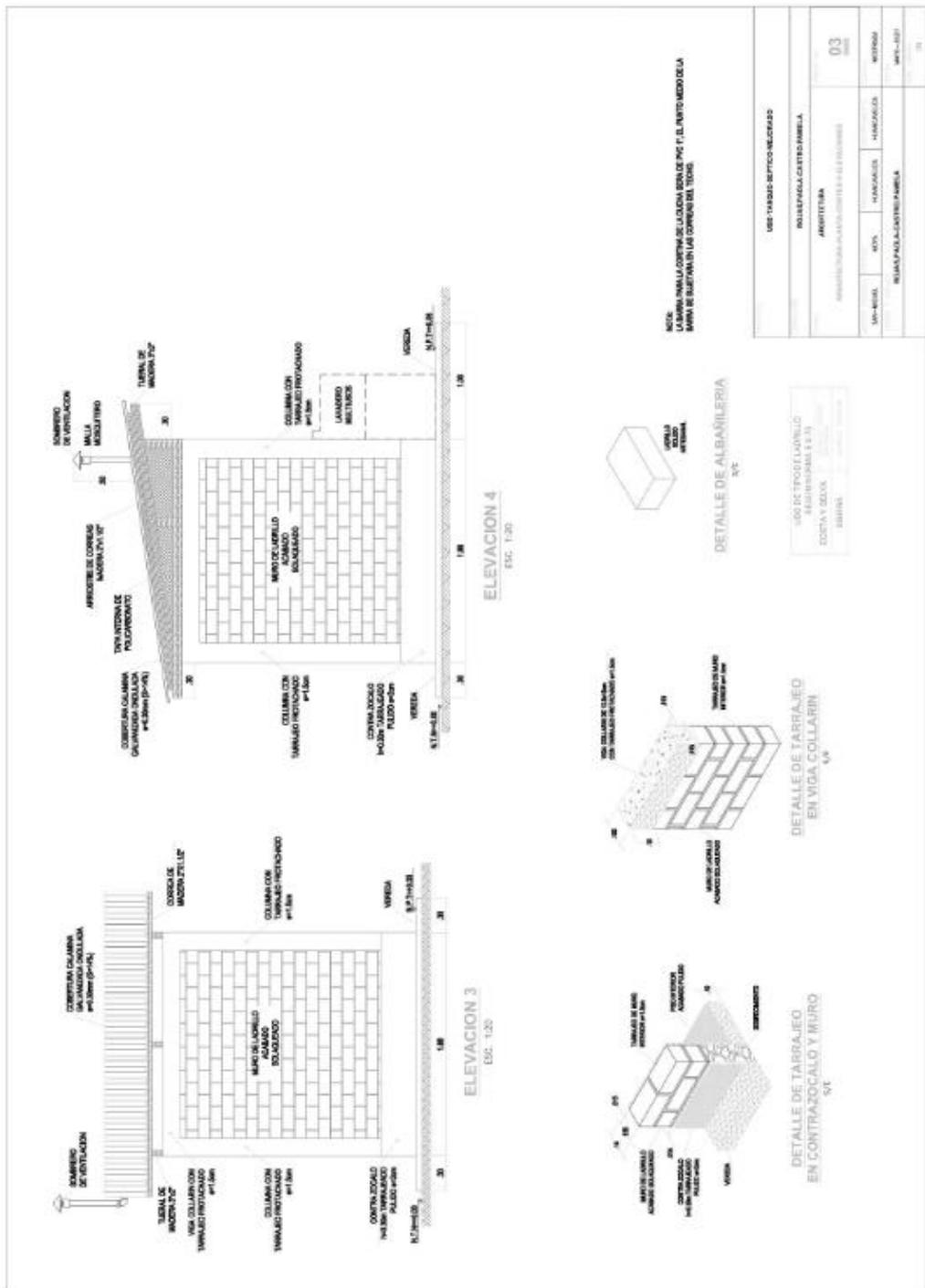


ESPECIFICACIONES TECNICAS	
1.	CONCRETO: 1. CONCRETO ARMADO f _{cd} =20kg/cm ²
2.	CONCRETO SENCILLO f _{cd} =10kg/cm ²
3.	CONCRETO COLADO f _{cd} =110 + 30% P.M.T. (MÁX. 2')
4.	CONCRETO SOBRECIMENTOS f _{cd} =110 + 30% P.M.T. (MÁX. 2')
5.	SOLADO CH 110
6.	RESISTENCIA ADMISIBLE DEL TERRENO ASUMIDO Y MÍNIMO 1.0kg/cm ²
7.	ACERO: #10 (DIÁMETRO 10mm) A 600 (GRANOS)
8.	REFORZAMIENTO: COLUMNAR: 2.0% AL ESTRIBO
9.	VIGAS PERALTAJAS: 2.0% AL ESTRIBO
10.	VIGAS SOLERAS Y ALICEROS: 2.0% LIBRES
11.	ALAMBRE LADRILLO TUBULAR: #10 (10kg/cm ²) 2% MÁXIMO DE VIGAS ASIENTADO CON MORFEO TIPO P, PROPORCIÓN 1:4. ESPESOR DE LA CÁMARA DE CEMENTO
12.	PORTLAND TIPO EN GENERAL SI EL SUELO ES AGRESIVO TOC EL AMBIENTE ES MÍNIMO CEMENTO TIPO I LIMITAR LA RELACION AGUA-CEMENTO 0.50 EN GENERAL LAS COLUMNAS DE VIGAS ENTRE MUROS DENTRO DEL

PROYECTO: URS CÁMARA COMPUESTA				
CONSEJERA: ROJAS PAOLA-CASTRO PABELLA				
PLANO:	ESTRUCTURAS	LADO Nº:		B-02
CASITA DE LADRILLO CEMENTACION REFORZOS Y DETALLES				
ESTUDIO PRELIMINAR:	ESTUDIO:	PROVINCIA:	DEPARTAMENTO:	ESCALA:
BOGOTÁ	BOGOTÁ	BOGOTÁ	BOGOTÁ	BOGOTÁ
DISEÑO Y CÁLCULO: ROJAS PAOLA-CASTRO PABELLA				
				FECHA:
				BOGOTÁ 2011
				NÚM. CÁMBIO:
				09

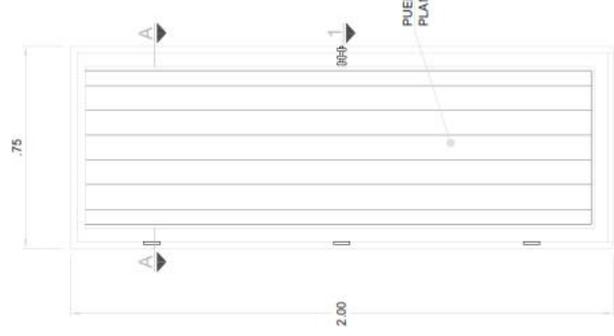






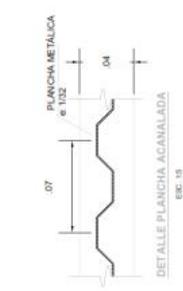
NOTA:
LA ALBAÑILERIA LA CORTA DE LACION EN UN DE PUNTO EL NUDO MEDIO DELA
MURA DE SUETAMEN LAS CORONAS DEL TERCIO

USO: TARRAJEO REPTICO RECORADO	
PROYECTO PARA CENTRO PAMBA	
ARQUITECTA	
03	
ARQUITECTURA	
ESP. AREA	M2S
ESP. PERIMETRO	M
ESP. VOLUMEN	M ³
INSTITUCION: INSTITUTO VECINO PAMBA	
FECHA: 2017	

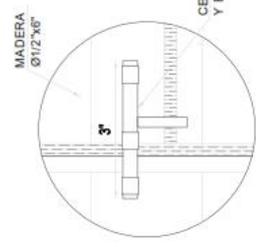


PUERTA METALICA DE 1.80 x 0.70 DE PLANCHA A CANALADA e=1/32"

P-01
(01 UNIDADES)
INGRESO A U.B.S.
CARPINTERIA DE MADERA

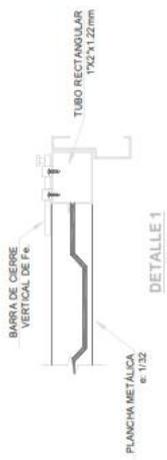


ESC. 1/5



CERROJO INTERIOR Y EXTERIOR

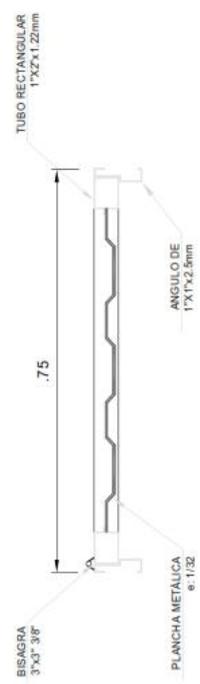
DETALLE DE CERROJO
ESC. 1/20



ESC. 1/3

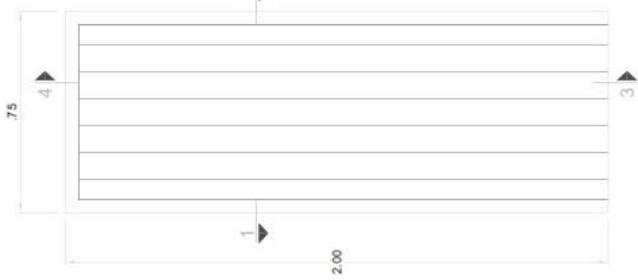
CUADRO DE VANOS			
TIPO	CANT	ANCHO(m)	ALTO(m)
P1	01	1.75	2.00
P2	01	1.51	2.00

- NOTA:
1. EL MATERIAL DE LAS CANTONAS DEBEN DE ACERSCA LA ZONA -ZONA METALICA POLICARBONATO
 2. EL MATERIAL DE LAS CANTONAS DEBEN DE ACERSCA LA ZONA -ZONA METALICA POLICARBONATO
 3. TENER EN CUENTA EL MANEJO INTERIOR Y EXTERIOR.
 4. EL MATERIAL DE LAS CANTONAS DEBEN DE ACERSCA LA ZONA -ZONA METALICA POLICARBONATO
 5. TENER EN CUENTA EL MANEJO INTERIOR Y EXTERIOR.

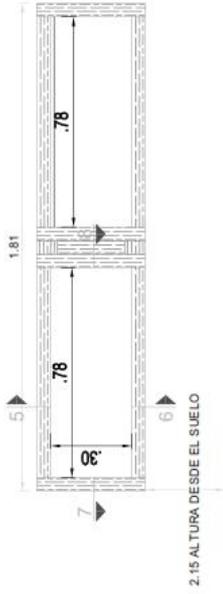


ESC. 1/5

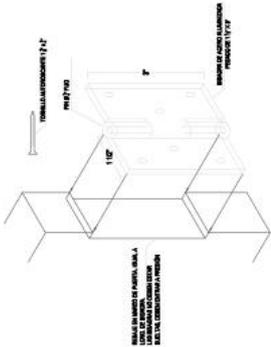
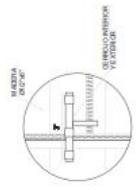
UBS-TANQUE-SEPTICO-MEJORADO	
ROJAS PAOLA-CASTRO PAMELA	
DETALLES DE ARQUITECTURA	
PROYECTO	D-03
FECHA	15/03/2023
ESPESOR	1/8"
TIPO	METALICA
MATERIAL	METALICA
PROYECTISTA	ROJAS PAOLA-CASTRO PAMELA
PROYECTO	MARCO 01



Listones de Madera 2"x2"



V-1
(02 UNIDADES)
CARPINTERIA DE MADERA Y MALLA MOSQUITERO



CUADRO DE VANOS

TIPO	CANT.	ANCHO(m)	AL.TUR.(m)	ALFEIZAR(m)
1	02	0.78	0.78	0.78

NOTA
1. EL MATERIAL DE LAS VENTANAS DEBEN DE AJUSTAR A LA ZONA CLIMATICA Y LOCAL DEL PROYECTO.
2. LAS MEDIDAS SON TOMANDOSE.
3. POSIBILIDAD DE INCLINAR EL CERROJO INTERNO Y EXTERNO.

P-02
(01 UNIDADES)
INGRESO A U.B.S.
CARPINTERIA DE MADERA

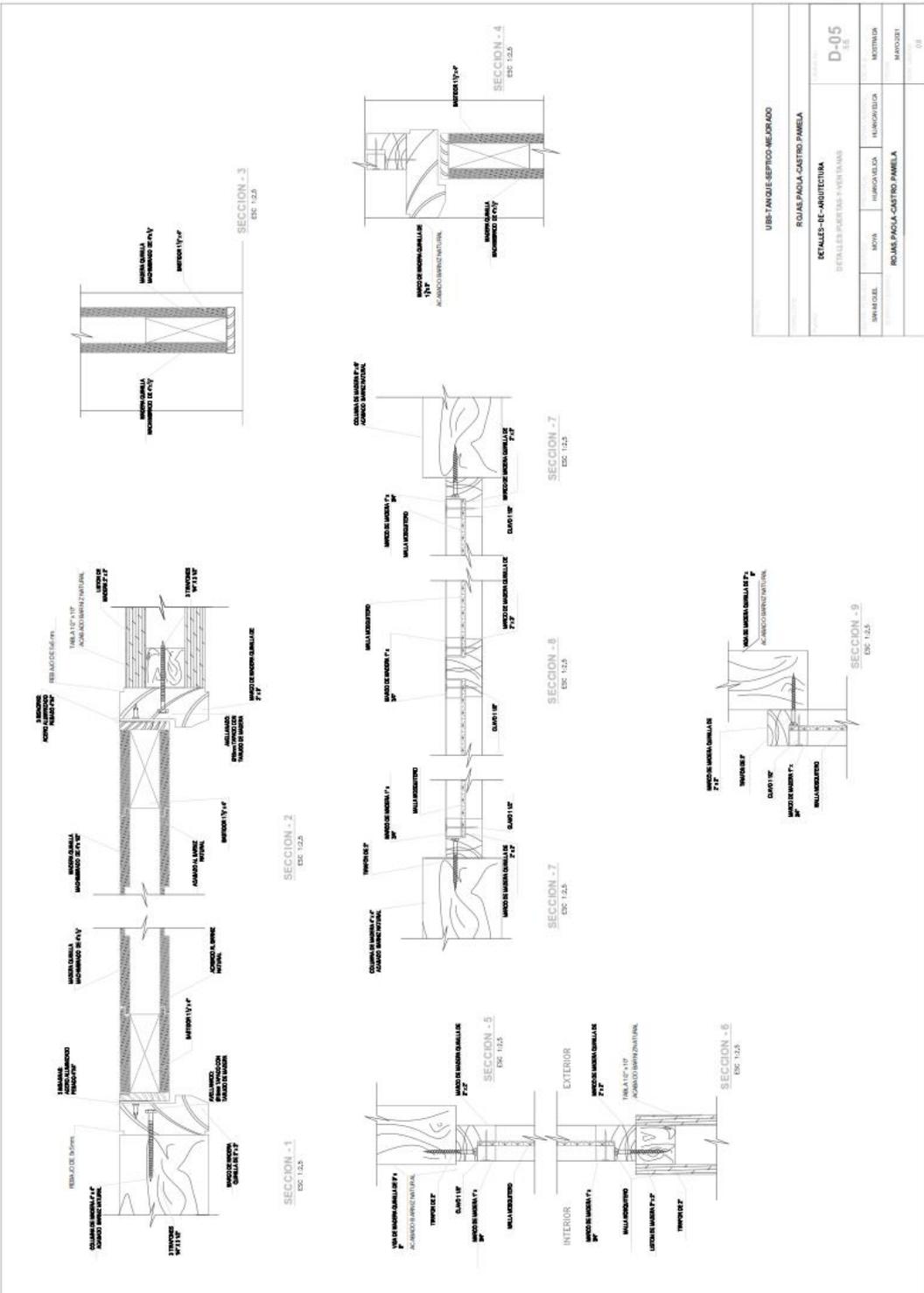
DETALLE DE FIJACIÓN DE BISAGRA EN MARCO DE PUERTA



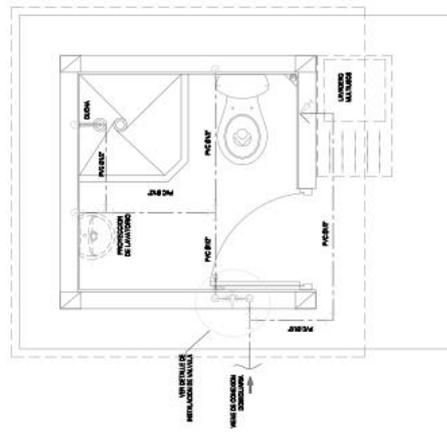
DETALLE DE VENTANA

UBS-TANQUE-SEPTICO-MEJORADO

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT.	UNIDAD
1	ROJAS PAQUA-CASTRO PAMELA		
2	DETALLES DE ARQUITECTURA		
3	DETALLES DE PUEBLOS Y VENTANAS		
D-04			
01	VENTANAS		
02	BIENES		
03	ROJAS PAQUA-CASTRO PAMELA		
04	MANTENIMIENTO		
05	MANTENIMIENTO		
06	MANTENIMIENTO		
07	MANTENIMIENTO		



UBS-TANQUE-SEPTICO-MEJORADO			
ROJAS PAOLA-CASTRO PAMELA			
DETALLES DE ARQUITECTURA			
DETALLES DE PISOS Y VENTILADOS			
ESPESOR DEL	BOYA	HURDOLERA	MANCIVELERA
ROJAS PAOLA-CASTRO PAMELA			MANCIVEL
			01

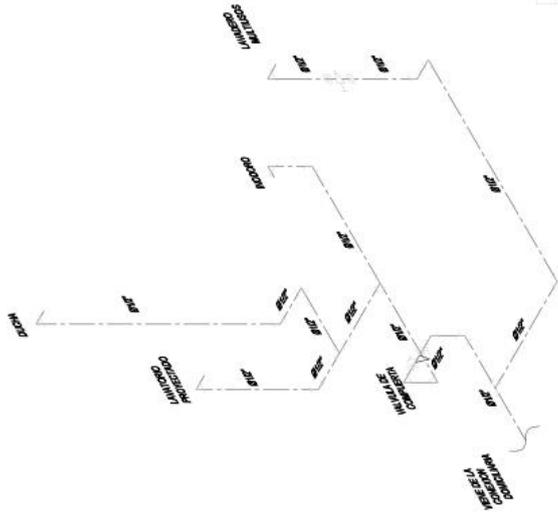


INSTALACION SANITARIA DE AGUA FRIA

ESC. 1:20

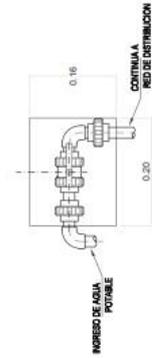
RECOMENDACIONES TECNICAS - AGUA

1. LA TUBERIA Y ACCESORIOS PARA AGUA FRÍA DEBEN SER DE PVC CLASE I O DE TPO (BERNIA - GRIPWA).
2. LOS PUNTO DE ENTREGA DE AGUA FRÍA DEBEN SER PERFORADOS Y UNIFORMES.
3. LOS ACCESORIOS DEBEN SER DE ACERO INOXIDABLE O DE ALUMINIO.
4. LOS EMPALMES ENTRE TUBERIAS DE PUNTO A PUNTO DEBEN SER DE ACERADO.
5. LAS TUBERIAS DEBEN SER DE CALIDAD EN SU MATERIAL Y DEBE SER FABRICADO EN UN PAIS QUE GARANTICE LA CALIDAD DEL PRODUCTO.
6. LAS TUBERIAS DEBEN SER DE CALIDAD EN SU MATERIAL Y DEBE SER FABRICADO EN UN PAIS QUE GARANTICE LA CALIDAD DEL PRODUCTO.
7. LAS TUBERIAS DEBEN SER DE CALIDAD EN SU MATERIAL Y DEBE SER FABRICADO EN UN PAIS QUE GARANTICE LA CALIDAD DEL PRODUCTO.
8. LAS TUBERIAS DEBEN SER DE CALIDAD EN SU MATERIAL Y DEBE SER FABRICADO EN UN PAIS QUE GARANTICE LA CALIDAD DEL PRODUCTO.
9. LOS ACCESORIOS DEBEN TENER LA MARCA Y PATENTE DEL PAIS QUE SE ESTA USANDO.



ISOMETRIA DE PUNTO DE SALIDA DE AGUA

ESC. 3E



DETALLE NICHOS DE VALVULAS

ESC. 3E

LEYENDA - AGUA	SYMBOL
TUBERIA DE PVC CLASE I	---
TUBERIA DE TPO (BERNIA - GRIPWA)	---
TUBERIA DE ALUMINIO	---
TUBERIA DE ACERADO	---
TUBERIA DE COPOLIMERO	---
TUBERIA DE POLIETILENO	---
TUBERIA DE POLIPROPILENO	---
TUBERIA DE POLIBUTILENO	---
TUBERIA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD	---
TUBERIA DE POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD	---
TUBERIA DE POLIETILENO TERMOESTABLE	---
TUBERIA DE POLIETILENO TERMOESTABLE DE ALTA DENSIDAD	---
TUBERIA DE POLIETILENO TERMOESTABLE DE BAJA DENSIDAD	---
TUBERIA DE POLIETILENO TERMOESTABLE DE ALTA DENSIDAD DE ALTA DENSIDAD	---
TUBERIA DE POLIETILENO TERMOESTABLE DE BAJA DENSIDAD DE ALTA DENSIDAD	---
TUBERIA DE POLIETILENO TERMOESTABLE DE ALTA DENSIDAD DE BAJA DENSIDAD	---
TUBERIA DE POLIETILENO TERMOESTABLE DE BAJA DENSIDAD DE BAJA DENSIDAD	---

UBS-TANQUE-SEPTICO-MEJORADO				
ROJAS PAOLA-CASTRO PAMELA				
CAJETA-DE-LAVARLO				
INSTALACIONES SANITARIAS DE AGUA				
IS-01				
01/02				
ESPESOR DEL	BOYA	HURCAYVELLA	HURCAYVELLA	MONTAÑA
ROJAS PAOLA-CASTRO PAMELA		ROJAS PAOLA-CASTRO PAMELA		MAYO/02
				11

Anexo 8

Presupuestos

Anexo 8-01

Presupuesto de UBS de doble cámara compostera

UNIDAD BASICA DE SANITARIA COMPOSTERA CON BIOJARDIN	
CASETA DE ALBAÑILERIA CON 2 CAMARAS COMPOSTERAS	10,076.85
ESTRUCTURA Y ARQUITECTURA	7,263.25
OBRAS PRELIMINARES	37.31
MOVIMIENTO DE TIERRAS	185.92
OBRAS DE CONCRETO SIMPLE	616.89
OBRAS DE CONCRETO ARMADO	1,816.72
COLUMNAS	512.52
VIGAS	209.99
LOSA DE PISO DE CAMARA COMPOSTERA	248.42
LOSA DE TECHO DE CAMARA COMPOSTERA	309.76
MUROS DE CAMARA COMPOSTERA	536.03
MUROS Y TABIQUERIA DE CAMARA COMPOSTERA	661.70
ROVOQUES, ENLUCIDOS, MOLDURAS Y CIELO RASO	660.82
ZOCALOS Y CONTRAZOCALOS	95.85
PISOS Y PAVIMENTOS	608.88
CARPINTERIA METALICA Y HERRERIA	38.50
CARPINTERIA DE MADERA	1,679.02
PINTURA	286.80
CUBIERTAS	574.84
SISTEMA DE AGUA Y DESAGUE	2,660.49
SISTEMA DE AGUA FRIA	703.43
SISTEMA DE DESAGUE	398.57
APARATOS Y ACCESORIOS SANITARIOS	951.29
EQUIPAMIENTO HIDRAULICO DE COMPOSTERA	607.20
INSTALACIONES ELECTRICAS	153.11
SISTEMA DE TRATAMIENTO DE DISPOSICION DE AGUASS GRISES FAMILIARES MEDIANTE BIOJARDIN UNIFAMILIAR	2,121.76
OBRAS PRELIMINARES	79.82
MOVIMIENTOS DE TIERRAS	822.85
EQUIPAMIENTO HIDRAULICO	211.70
PRUEBAS HIDRAULICA DSSE DESAGUE	66.90
HUMEDAL ANTIFICIAL	940.49

Anexo 9-02

Presupuestos de UBS de tanque séptico mejorado

CASETA DE ALBAÑILERIA PARA UBS TANQUE SEPTICO MEJORADO	8,466.32
ESTRUCTURA Y ARQUITECTURA	8,466.32
OBRAS PRELIMINARES	36.29
MOVIMIENTO DE TIERRAS	49.02
OBRAS DE CONCRETO SIMPLE	1,043.31
MUROS Y TABIQUERIA DE ALBAÑILERIA	918.72
ROVOQUES, ENLUCIDOS, MOLDURAS Y CIELO RASO	523.66
ZOCALOS Y CONTRAZOCALOS	86.52
PISOS Y PAVIMENTOS	676.52
CARPINTERIA METALICA Y HERRERIA	711.50
CARPINTERIA DE MADERA	1,585.50
PINTURA	314.38
CUBIERTAS	306.70
APARATOS Y ACCESORIOS SANITARIOS	834.13
SISTEMA DE DESAGUE	415.61
SISTEMA DE AGUA FRIA	700.72
INSTALACIONES ELECTRICAS	263.74
TANQUE SEPTICO MEJORADO Y ZANJA DE PERCOLACION	7,739.66
OBRAS PRELIMINARES	245.97
MOVIMIENTO DE TIERRAS	281,200.00
TANQUE SEPTICO MEJORADO	1,725.89
OBRAS DE CONCRETO	0.85
CAMARA DE LODOS	1,529.45
OBRAS DE CONCRETO	1,529.45
CAMARA DE DISTRIBUCION DEL CAUDAL	282.80
OBRAS DE CONCRETO	282.80
EQUIPAMIENTO HIDRUALICO	408.81
SUMINISTRO	207.83
INSTALACION	200.93
PRUEBAS HIDRAULICAS DE DESAGUE	56.07
ZANJA DE PERCOLACION	678.67

Anexo 9

Panel de Fotos



SITUACION ANTIGUA DE
LOS UBS

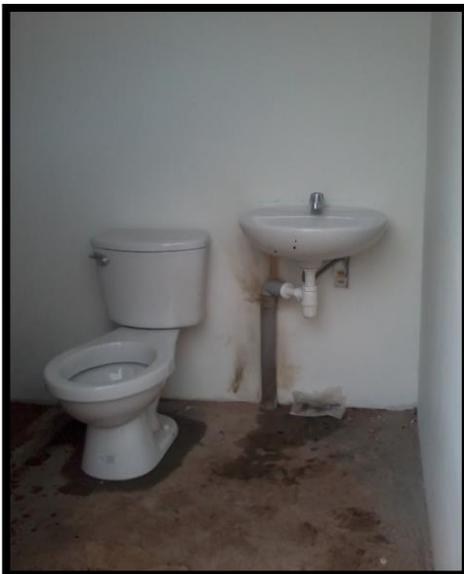


ESTUDIO DE SUELOS



CONSTRUCCION DE LOSSS UBS





I

